

**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI BUAH BELIMBING WULUH
(*Averrhoa bilimbi* L.) TERHADAP MORTALITAS DAN AKTIVITAS
MAKAN HAMA ULAT TRITIP (*Plutella xylostella*) PADA TANAMAN
SAWI CAISIM (*Brassica juncea* L.)**

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) dalam Ilmu Biologi

Oleh :

VIVI MEILANI

1311060094

Jurusan

: Pendidikan Biologi



FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG

1439 H / 2018 M

**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI BUAH BELIMBING WULUH
(*Averrhoa bilimbi* L.) TERHADAP MORTALITAS DAN AKTIVITAS
MAKAN HAMA ULAT TRITIP (*Plutella xylostella*) PADA TANAMAN
SAWI CAISIM (*Brassica juncea* L.)**

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) dalam Ilmu Biologi

Oleh :

VIVI MEILANI

1311060094

Jurusan : Pendidikan Biologi
Pembimbing I : Dr. H. Agus Jatmiko, M.Pd
Pembimbing II : Ovi Prasetya Winandari, M.Si



FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG

1439 H / 2018 M

ABSTRAK

PENGARUH VARIASI KONSENTRASI BUAH BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi* L.) TERHADAP MORTALITAS DAN AKTIVITAS MAKAN ULAT TRITIP (*Plutella xylostella*) PADA TANAMAN SAWI CAISIM (*Brassica juncea* L.)

Oleh

Vivi Meilani

Ulat tritip merupakan hama utama tanaman sawi yang dapat menghancurkan hasil panen. Penanggulangan ulat tritip (*Plutella xylostella*) dapat menggunakan insektisida nabati yang ramah lingkungan. Salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai insektisida nabati adalah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). Tanaman ini mengandung senyawa-senyawa aktif flavonoid, alkaloid, saponin, dan tanin yang dapat membunuh ulat tritip (*Plutella xylostella*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat tritip (*Plutella xylostella*) dan mengetahui pengaruh terbaik terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat tritip (*Plutella xylostella*).

Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Percobaan dilakukan dengan 5 perlakuan dan 4 kali pengulangan. Dengan masing-masing konsentrasi 0%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Hasil penelitian diuji menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Jika terdapat perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan uji LSD (Least Significant Difference) pada taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan rata-rata kematian dan daya hambat aktivitas makan ulat tritip (*Plutella xylostella*) seiring meningkatnya konsentrasi ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). Konsentrasi Ekstrak yang terbaik dalam membunuh dan menghambat aktivitas makan ulat tritip (*Plutella xylostella*) yaitu pada konsentrasi 25% dengan rata-rata kematian 92,5% ulat tritip (*Plutella xylostella*) dan rata-rata persentase daya hambat aktivitas makan 94,32%.

Kata kunci : Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.), Insektisida Nabati, Ulat Tritip (*Plutella xylostella*).



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. 0721 703260

PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Konsentrasi Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Terhadap Mortalitas dan Aktivitas Makan Hama Ulat Tritis (*Plutella xylostella*) pada Tanaman Sawi Caisim (*Brassica juncea* L.)

Nama : Vivi Meilani

NPM : 1311060094

Jurusan : Pendidikan Biologi

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

MENYETUJUI

Untuk dimunaqosyahkan dan dipertahankan dalam Sidang Munaqosyah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung

Pembimbing I

Dr. H. Agus Jatmiko, M.Pd
NIP. 19620823 199903 1 001

Pembimbing II

Ovi Prasetya Winandari, M.Si
NIP. -

Mengetahui,
Ketua Jurusan Pendidikan Biologi

Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd
NIP. 19840228 200604 1 004



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. 0721 703260

PENGESAHAN

Skripsi dengan Judul: **“PENGARUH VARIASI KONSENTRASI BUAH BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi* L.) TERHADAP MORTALITAS DAN AKTIVITAS MAKAN HAMA ULAT TRITIP (*Plutella xylostella*) PADA TANAMAN SAWI CAISIM (*Brassica juncea* L.)”** disusun oleh : **Vivi Meilani, NPM. 1311060094**, Jurusan: Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, telah diujikan dalam sidang munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan pada Hari/Tanggal : Kamis, 07 Juni 2018.

TIM MUNAQOSYAH

Ketua : **Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd** (.....)

Sekretaris : **Marlina Kamelia, M.Sc** (.....)

Penguji Utama : **Dwijowati Asih Saputri, M.Si** (.....)

Penguji kedua : **Dr. H. Agus Jatmiko, M.Pd** (.....)

Pembimbing : **Ovi Prasetya Winandari, M.Si** (.....)

Mengstahui
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan,

Prof. Dr. Hk Chairul Anwar, M.Pd

NIP. 19560810 198703 1 001

MOTTO

وَمَنْ جَاهَدْ فَإِنَّمَا يُجَاهِدُ لِنَفْسِهِ إِنَّ اللَّهَ لَغَنِيٌّ عَنِ الْعَالَمِينَ ﴿٦﴾

Artinya : Dan barangsiapa yang berjihad, maka sesungguhnya jihadnya itu adalah untuk dirinya sendiri. Sesungguhnya Allah benar-benar Maha Kaya (tidak memerlukan sesuatu) dari semesta alam. (QS. Al-Ankabut ayat 6)



PERSEMBAHAN

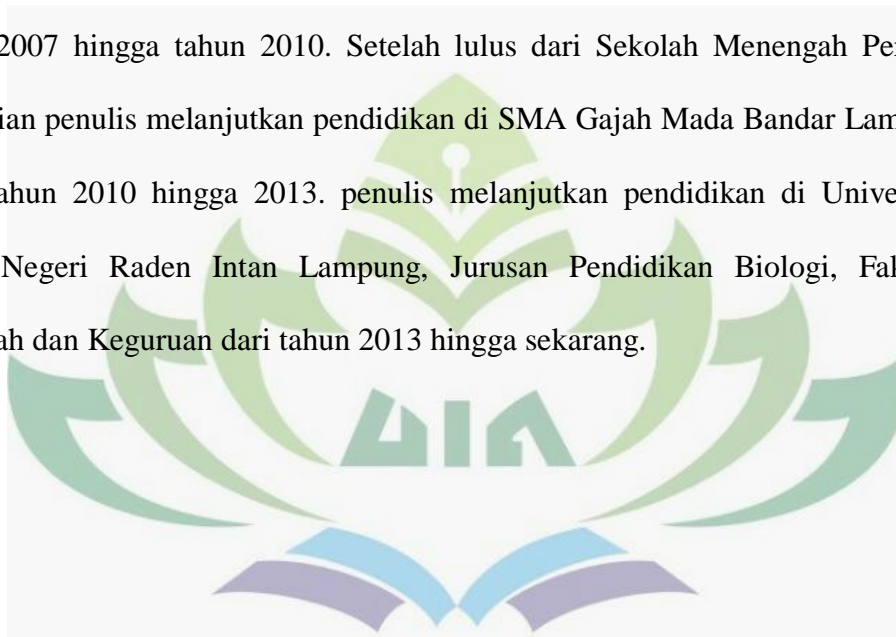
Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, hidayah serta karunia-Nya. Dengan ketulusan hati penulis persembahkan karma ilmiah sederhana ini kepada :

1. Kepada orang tuaku yang kucintai dan kusayangi bapak Sukardi dan mamah Suminten yang telah membesarkan dan mendidikku, yang tidak henti-hentinya selalu mendoakan akan keberhasilanku.
2. Adik-adikku Desi Dwi Mawarni, Hangga Tri Rizki, serta seluruh keluarga besarku yang selalu menyayangi dan mendoakan serta menantikan keberhasilanku.
3. Sahabatku Putri Oktariani S, Winda Yuliani, Ade Larina, Ayu Azwandari, Rizky Nur Devita Sari, Fathonah, Intan Yuliana, Tia Mutiara, Eri Novita, Yeli Defriyanti, Rosdiana Fitri, yang turut serta membantu, memberikan semangat dan mendoakan akan keberhasilanku.
4. Sahabatku Triya Dina Aristha dan Dewi Wijayanti, yang turut serta membantu, memberikan semangat, dan mendoakan akan keberhasilanku.
5. Suneni yang selalu ada dan turut serta membantu, memberikan semangat dukungan serta mendoakan akan keberhasilanku.

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 25 Mei 1995. Nama lengkapnya adalah Vivi Meilani. Dilahirkan dari pasangan suami istri yaitu bapak Sukardi dan Ibu Suminten. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara.

Penulis menempuh pendidikan pertama di SD Negeri 1 Way kandis Bandar Lampung tahun 2001 hingga 2007. Setelah lulus dari Sekolah Dasar kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 21 Bandar Lampung tahun 2007 hingga tahun 2010. Setelah lulus dari Sekolah Menengah Pertama kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMA Gajah Mada Bandar Lampung pada tahun 2010 hingga 2013. penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan dari tahun 2013 hingga sekarang.



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, atas segala limpahan rahmat dan karunia, berupa nikmat sehat, iman, serta segala kenikmatan hidup yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul : **Pengaruh Variasi Konsentrasi Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap Mortalitas dan Aktivitas Makan Ulat Tritip (*Plutella xylostella*) pada Tanaman Sawi Caisim (*Brassica juncea* L.)**, dalam rangka untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana pendidikan pada ilmu Biologi di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada suri tauladan kita Rasulullah Muhammad SAW, serta para sahabat yang kita nantikan syafaatnya di yaumul akhir kelak. Penulis menyadari bahwa sebagai manusia biasa, penulis tidak lepas dari kesalahan dan keterbatasan. Kenyataan ini menyadarkan penulis bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak, niscayanya skripsi ini tidak akan terselesaikan. Maka pada kesempatan ini akan disampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada :

1. Bapak Dr. Chairul Anwar, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN raden Intan Lampung beserta stafnya yang telah memberikan kemudahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Bapak Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd selaku Ketua Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan.
3. Bapak Dr. H. Agus Jatmiko, M.Pd selaku dosen pembimbing I dan Ibu Ovi Prasetya Winandari, M.Si selaku dosen pembimbing II yang telah

merelakan waktunya untuk membimbing, mengarahkan penulis selama penyelesaian skripsi ini.

4. Kasubag dan segenap TU di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan yang telah memberikan pelayanan teknis maupun non teknis sehingga memudahkan jalan tercapainya tujuan penulis.
5. Segenap Bapak dan Ibu dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan yang telah banyak memberikan ilmu nya kepada penulis, semoga bermanfaat di dunia dan akhirat.
6. Rekan-rekan mahasiswa jurusan Pendidikan Biologi Angkatan 2013, khususnya untuk sahabatku Putri Oktariani S, Winda Yuliani, Ade Larina, Ayu Azwandari, Rizky Nur Devita Sari, Fathonah, Intan Yuliana, Tia Mutiara, Eri Novita, Yeli Defriyanti, Rosdiana fitri.
7. Sahabatku Triya Dina Aristha dan Dewi Wijayanti.
8. Suneni yang selalu ada dan turut serta membantu, memberikan semangat dukungan serta mendoakan akan keberhasilanku.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Semoga Allah SWT membalas dengan kebaikan dan pahala di sisi-Nya, Amin Ya Robbalalamin.

Bandar Lampung, Mei 2018

Penulis

Vivi Meilani
NPM : 1311060094

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
MOTTO	iii
PERSEMBAHAN	iv
RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	10
C. Batasan Masalah	10
D. Rumusan Masalah	11
E. Tujuan Penelitian	11
F. Manfaat Penelitian	11
BAB II LANDASAN TEORI.....	12
A. Tanaman Sawi (<i>Brassica juncea</i> L.)	12
1. Morfologi Tanaman Sawi (<i>Brassica juncea</i> L.)	14
2. Jenis-jenis Sawi	15
B. Ulat Tritis (<i>Plutella xylostella</i>)	16
1. Morfologi Ulat Tritis (<i>Plutella xylostella</i>)	18
2. Siklus Hidup Ulat Tritis (<i>Plutella xylostella</i>)	19
C. Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.)	21
1. Morfologi Belimbing wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.)	22
2. Kandungan Belimbing wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.)	23
3. Khasiat dan Manfaat Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.)	26
4. Cara Perkembangbiakan Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) ...	27

D. Pestisida Nabati	27
1. Keunggulan dan Kelemahan Pestisida Nabati	28
2. Teknik Pembuatan Pestisida Nabati	30
3. Cara Penggunaan Pestisida Nabati	32
E. Kerangka Pemikiran	33
F. Hipotesis	36

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....37

A. Waktu dan Tempat Penelitian	37
B. Populasi dan Sampel Penelitian	37
C. Jenis Penelitian	37
D. Desain Penelitian	38
E. Alat dan Bahan Penelitian	38
F. Cara Kerja	39
1. Tahap Persiapan	39
a. Persiapan Ulat Tritip (<i>Plutella xylostella</i>)	39
b. Pembuatan Ekstrak Buah Belimbing Wuluh	39
c. Uji Fitokimia	40
d. Penentuan pH Larutan Buah Belimbing Wuluh	41
e. Penentuan Kadar Asam Sitrat Buah Belimbing Wuluh	41
2. Tahap Pelaksanaan	43
G. Analisis Data	45
H. Alur Kerja Penelitian	46

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....47

A. Hasil Penelitian	47
B. Pembahasan	59
C. Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar	67

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN70

A. Kesimpulan	70
B. Saran	70

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Kandungan asam organik pada buah belimbing wuluh	8
2. Kandungan Zat Gizi Sawi (<i>Brassica juncea</i> L.)	14
3. Kandungan asam organik pada buah belimbing wuluh	25
4. Kandungan Zat Gizi Buah Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.)	26
5. Desain Penelitian	38
6. Data Jumlah Mortalitas Ulat Tritip (<i>Plutella xylostella</i>) Setelah Pemberian Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) Selama 48 jam perlakuan	47
7. Hasil Analisis of Variance (ANOVA) Pengaruh Variasi Konsentrasi Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) terhadap Mortalitas Ulat Tritip (<i>Plutella xylostella</i>) Selama 48 Jam Perlakuan	51
8. Hasil uji lanjut LSD Pada taraf 5%	52
9. Data Pengaruh Aktivitas Makan Ulat Tritip (<i>Plutella xylostella</i>) Setelah Pemberian Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) Selama 48 jam perlakuan	54
10. Hasil Analisis of Variance (ANOVA) Pengaruh Variasi Konsentrasi Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) terhadap Aktivitas Makan Ulat Tritip (<i>Plutella xylostella</i>) Selama 48 Jam Perlakuan	56
11. Hasil Uji Lanjut LSD Pada taraf 5%	57
12. Hasil Pengukuran pH larutan	58
13. Hasil uji Fitokimia pada Buah Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.) ..	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Tanaman Sawi (<i>Brassica juncea</i> L.)	12
2. Ulat Tritis (<i>Plutella xylostella</i>)	17
3. Siklus Hidup Ulat Tritis (<i>Plutella xylostella</i>)	19
4. Buah Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.)	21
5. Grafik Konsentrasi Respon Kematian Ulat Tritis (<i>Plutella xylostella</i>) Pada Berbagai Konsentrasi setelah 48 Jam Perlakuan	49
6. Grafik Konsentrasi Respon Hambatan Aktivitas Makan Ulat Tritis (<i>Plutella xylostella</i>) Pada Berbagai Konsentrasi setelah 48 Jam Perlakuan	53
7. Ulat Tritis (<i>Plutella xylostella</i>) Yang Mati Terpapar Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.)	66



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Data saat Pengamatan mortalitas ulat tritip (*Plutella xylostella*)
2. Data aktivitas makan ulat tritip (*Plutella xylostella*)
3. Analisis of Variance (ANOVA) SPSS 17.0
4. Dokumentasi Alur Penelitian
5. Panduan Praktikum
6. Silabus pembelajaran SMP/MTS Kelas VIII Semester Ganjil Materi Hama dan Penyakit Pada Tumbuhan



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) termasuk sayuran dari keluarga cruciferae yang cukup mempunyai nilai ekonomi tinggi ditinjau dari segi nilai gizi dan potensinya sebagai sumber pendapatan nasional.¹ Kebutuhan sayuran di Indonesia terus mengalami peningkatan dari hari ke hari seiring meningkatnya kesadaran manusia akan kebutuhan gizi. Hal ini menyebabkan bertambahnya permintaan sayuran, salah satunya adalah sawi (*Brassica juncea* L.). Sawi (*Brassica juncea* L.) merupakan salah satu jenis sayuran yang banyak disukai oleh para konsumen di berbagai lapisan masyarakat.²

Menurut data statistik Susenas – BPS (2011), konsumsi sawi dari tahun 2007 sampai 2011 terjadi peningkatan, sehingga tahun 2011 kebutuhan mencapai 1,2 ton sawi per minggu, dan sekitar 567 ton per tahun.³ Di Indonesia peningkatan produksi sayuran sangat diperlukan guna memenuhi kebutuhan di dalam negeri untuk mengimbangi laju pertumbuhan penduduk

¹ J. Audrey Leatemia, Victor G. Siahaya, Murni Amahoru, *Evektivitas Bioinsektisida Beauveria bassiana (BbAss) Strain 725 Terhadap Larva Plutella xylostella (Lepidoptera : Plutellidae) di Laboraturium*, Jurnal Budidaya Pertanian, 2014, Vol. 10 (2), h. 66.

² Martha Lina, *Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Legundi (Vitex trifolia) Sebagai Pestisida Nabati Pengendalian Hama Plutella xylostella Pada Tanaman Sawi (Brassica juncea)*, Jurnal Biologi, 2016, Vol 5 (4), h. 1, mengutip Suhartini, T. 2002. *Bertanam Sawi dan Selada*. Jakarta : Penebar Swadaya.

³ *Ibid.*

yang semakin meningkat. Sebagai penghasil vitamin dan mineral, sayuran merupakan salah satu sumber gizi yang dibutuhkan bagi tubuh.⁴ Sebagai bahan makanan, sayuran sawi memiliki kandungan gizi yang cukup lengkap, mulai dari vitamin A, vitamin E, dan vitamin C, sehingga apabila dikonsumsi sangat baik untuk mempertahankan kesehatan tubuh. Sebagai sayuran yang berserat, sawi juga sangat baik dikonsumsi untuk memperbaiki dan memperlancar pencernaan.⁵ Dalam usaha pertanian sawi seringkali mengalami gangguan dalam pengendalian hama. Sebagaimana usaha pertanian lainnya, tanaman sawi juga tidak terlepas dari adanya serangan hama, salah satunya adalah hama ulat daun yaitu ulat tritip (*Plutella xylostella*).

Hama utama ulat daun sawi yaitu ulat tritip (*Plutella xylostella*) yang merusak tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) juga menyerang tanaman kubis, kembang kol, pakchoi, selada. Di dataran tinggi Sumatera Selatan, kerusakan oleh hama ini mencapai 22% pada sawi, sedangkan di dataran rendah kerusakan pada caisim mencapai 38% sehingga produk tidak laku dijual.⁶ Larva instar II *Plutella xylostella* keluar dari celah-elah daun yang transparan dan memakan jaringan daun pada permukaan bawah. Tingkat penyerangan

⁴ Nisa Kurniawan, Yuliani, Fida Rachmadiarti, *Uji Bioaktivitas Ekstrak Daun Suren (Toona sinensis) Terhadap Mortalitas Larva Plutella xylostella pada Tanaman Sawi Hijau*, Jurnal Lentera Bio, Vol. 2 (3), 2013, h. 204, mengutip herminanto, 2010. Hama ulat daun kubis *Plutella xylostella* L. Dan upaya pengendaliannya. Diakses secara online dari <http://www.gerbangpertanian.com/2010/08/hama-ulat-daun-kubis-plutella.html>. diunduh tgl 15 Oktober 2012.

⁵ Dora Fatma Nurshanti, *Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi (Brassica juncea L.) dengan Tiga Varietas Berbeda*, Jurnal Agrobisnis, Vol 2 (4), 2010, hal. 7.

⁶ Siti Herlinda, *Parasitoid dan Parasitisasi Plutella xylostella (Lidoptera : Yponomeutidae) di Sumatera Selatan*, Jurnal Hayati, 2005, Vol. 12 (4), h. 151.

ulat tritip yang tertinggi terjadi di musim kemarau. Apabila tidak dilakukan pengendalian terhadap ulat *Plutella xylostella* tersebut dapat mengakibatkan petani kehilangan hasil panen sawi mencapai 100% pada musim kemarau. Kehilangan hasil panen akibat serangan hama cukup tinggi yakni di Indonesia dapat mencapai 58 - 100% oleh *Plutella xylostella*.⁷

Berdasarkan wawancara dengan seorang petani (Bapak Senen) di desa Waykandis, Kecamatan Tanjung Senang, Bandar Lampung, bahwa di lahan pertanian khususnya pada tanaman sawi banyak sekali ditemukan ulat daun yaitu ulat tritip (*Plutella xylostella*) yang sangat mengganggu tanaman tersebut. Kerugian di lahan pertanian yang disebabkan oleh hama ulat tritip (*Plutella xylostella*) ini merupakan masalah yang cukup serius karena *Plutella xylostella* memakan daun sawi sehingga daun menjadi berlubang-lubang.

Upaya pengendalian hama sawi yang biasanya dilakukan petani adalah menggunakan pestisida sintetis yang dilakukan secara terjadwal, tetapi pemakaiannya yang berlebihan, sehingga dalam jangka panjang penggunaan pestisida sintetis dapat menimbulkan dampak yang negatif.⁸ Sebagai salah satu komponen pengendalian organisme pengganggu tanaman penggunaan pestisida sintetis sebaiknya diterapkan secara bijaksana. Dampak buruk akibat

⁷ Nisa Kurniawan, Yuliani, Fida Rachmadiarti, *Uji Bioaktivitas Ekstrak Daun Suren (Toona sinensis) terhadap Mortalitas Larva Plutella xylostella pada Tanaman Sawi Hijau*, *Lentara Bio*, 2013, Vol. 2 (3), h. 203-204, mengutip Rukmana R, 1994. *Budidaya Kubis, Bunga dan Brokoli*. Yogyakarta : Kanisius.

⁸ Martha Lina, *Op.Cit.* h. 35

penggunaan pestisida sintetik yang tidak bijaksana yaitu berupa resurgensi, resistensi, matinya populasi musuh alami dan pencemaran lingkungan yang terjadi melalui residu yang ditinggalkan serta terjadinya keracunan pada manusia.⁹ Untuk menghasilkan produk pertanian yang mencukupi maka setiap gangguan hama dan penyakit pada tumbuhan harus dilakukan secara bijaksana, apalagi pada masa pertanian sekarang yang sehat (*back to nature*) yang lebih mementingkan produk berkualitas dan bebas dari pencemaran, baik hayati maupun kimia.¹⁰

Untuk meminimalkan penggunaan pestisida sintetik diperlukan alternatif pengendalian pengganti yang efektif dan aman terhadap lingkungan yaitu pestisida nabati. Pestisida nabati adalah hasil ekstraksi bagian tertentu dari tumbuhan baik buah, biji, daun, batang atau akar yang memiliki senyawa-senyawa aktif atau senyawa metabolit sekunder yang bersifat toksik bagi hama. Penggunaan pestisida nabati yang berasal dari tanaman merupakan salah satu pestisida yang dapat digunakan untuk mengendalikan serangan hama dan penyakit pada tumbuhan.¹¹ Pestisida nabati terbuat dari bahan alami

⁹ Petrus, Ismaya NR Parawansa, *Efektifitas Ekstrak Daun Kembang Bulan (Tithonia diversifolia) Terhadap Pengendalian Hama Ulat Plutella xylostella Pada Tanaman Sawi*, Jurnal Agrisistem, 2014, Vol. 10 (2), h. 163, mengutip Oka, 1995. Perencanaan Program Penyuluhan. Teori dan Praktek. Universitas Atmajaya, Yogyakarta.

¹⁰ Suhartini, IGP Suryadarma, Budiwari, *Pemanfaatan Pestisida Nabati Pada Pengendalian Hama Plutella xylostella Tanaman Sawi (Brassica juncea L.) Menuju Pertanian Ramah Lingkungan*, Jurnal Sains Dasar, Vol 6 (1), 2017, hal. 37, mengutip Syakir, M., 2011. Status Penelitian Pestisida Nabati Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan. Seminar Nasional Pestisida Nabati IV, Jakarta 15 Oktober 2011.

¹¹ Bintang Wahyu Syah, Kristanti Indah Purwani, *Pengaruh Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (Averhoa bilimbi) Terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva Spodoptera litura*, Jurnal

atau tumbuh-tumbuhan maka dari itu jenis pestisida ini bersifat mudah terurai di alam sehingga tidak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi manusia karena residunya mudah hilang. Alam telah menyediakan bahan-bahan alami yang dapat dimanfaatkan untuk menanggulangi serangan hama dan penyakit pada tanaman.

Sebagaimana Firman Allah SWT dalam Al-Qur'an Surat Yasin ayat 36 :

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya: “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam (tumbuh-tumbuhan) yang baik ?” (QS.As-Syu'ara': 7)¹²

Berdasarkan tafsir Quraish Shihab menjelaskan bahwa jika mereka bersedia merenungi dan mengamati hal itu, maka niscaya mereka akan mendapatkan petunjuk. Kamilah yang mengeluarkan dari bumi ini beraneka ragam tumbuh-tumbuhan yang mendatangkan manfaat. Dan itu semua hanya dapat dilakukan oleh Tuhan yang Maha Esa dan Maha Kuasa.¹³

Sains dan Seni ITS, 2016, Vol. 5 (2), h. 23-24. Mengutip Djunaedy, A. 2009. Biopestisida sebagai Pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang Ramah Lingkungan. Embryo 6: 0216-0188.

¹² Departemen Agama RI. “ Al-Qur'an dan Terjemahannya”. (Surabaya: CV. Pustaka Agung Harapan, 2006) h.513

¹³ Quraish, Shihab. *Tafsir Al-Qur'an* (On-Line), tersedia di <http://tafsirq.com/26-Asy-syu'ara'/ayat-7>.2015

Di alam ini terdapat lebih dari 1.000 spesies tumbuhan yang memiliki kandungan insektisida, lebih dari 380 spp memiliki kandungan zat penghambat makan (antifeedant), lebih dari 270 spp memiliki kandungan zat penolak (repellent). Lebih dari 35 spp memiliki kandungan akarisida dan lebih dari 30 spp mengandung zat penghambat pertumbuhan.¹⁴ Salah satu tumbuhan yang dapat dimanfaatkan menjadi pestisida nabati untuk memberantas hama ulat tritip (*Plutella xylostella*) yaitu buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.).

Seperti dalam surat Ar – Ra'd ayat 4 dalam kitab suci Al-Qur'an dinyatakan sebagai berikut :

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَاوِرَاتٌ وَجَنَّاتٌ مِنْ أَعْنَابٍ وَزَرْعٌ وَنَخِيلٌ صِنْوَانٌ وَغَيْرُ صِنْوَانٍ يُسْقَى بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُفِصِلُ بَعْضَهَا عَلَى بَعْضٍ فِي الْأَكْلِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

Artinya : Dan di bumi ini terdapat bagian-bagian yang berdampingan, dan kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman dan pohon korma yang bercabang dan yang tidak bercabang, disirami dengan air yang sama. Kami melebihkan sebahagian tanam-tanaman itu atas sebahagian yang lain tentang rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berfikir.¹⁵ (QS. Ar – Ra'd ayat 4)

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT telah memberikan kelebihan kepada sebagian tanaman baik kelebihan tersebut berupa hal yang bersifat menguntungkan maupun bersifat merugikan bagi makhluk hidup. Salah satu

¹⁴ Bintang Wahyu Syah, Kristanti Indah Purwani, *Op.Cit.* h. 24.

¹⁵ M. Quraish Shihab. *Tafsir Al-Mishbah Volume 6 C5*, (Jakarta : Lentera Hati), 2002, h. 554.

tumbuhan yang diberikan khasiat yang luar biasa oleh Allah SWT yaitu Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.).

Belimbing wuluh tumbuh hampir di seluruh daerah, namun belum di budidayakan secara khusus.¹⁶ Tumbuhan belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai tanaman obat tradisional. Berbagai macam manfaat yang dimiliki *Averrhoa bilimbi* L. tersebut disebabkan karena tumbuhan belimbing wuluh memiliki banyak sekali kandungan senyawa antara lain saponin, flavonoid dan alkaloid.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Fahrunnida tahun 2015 tentang kandungan saponin pada buah, daun dan tangkai belimbing wuluh menunjukkan bahwa kadar saponin yang tertinggi terdapat pada buah belimbing wuluh.¹⁷ Saponin merupakan golongan senyawa triterpenoid yang dapat digunakan sebagai insektisida. Senyawa ini terdapat pada tumbuhan yang kemudian dimakan oleh serangga, mempunyai mekanisme kerja yang dapat menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan, sehingga saponin bersifat racun perut. Flavonoid merupakan senyawa pertahanan tumbuhan yang sifatnya dapat

¹⁶ Bintang Wahyu Syah, Kristanti Indah Purwani, *Loc.Cit.* h. 23.

¹⁷ Fahrunnida, Rarastoeti Pratiwi, *Kandungan Saponin Buah, Daun, Tangkai Daun Belimbing wuluh (Averrhoa bilimbi L.)*, Jurnal Bioedukasi, Sp005 – 036, h. 223.

menghambat saluran pencernaan dan juga bersifat toksik. Senyawa alkaloid bisa mendegradasi dinding sel sehingga merusak sel saluran pencernaan.¹⁸

Belimbing wuluh juga memiliki kadar vitamin C yang cukup tinggi. Pada penelitian Anita Agustina dan Rahmi Nurhaini tahun 2014, kadar vitamin C pada buah belimbing wuluh mengandung 0,0826% vitamin C per 991 mg filtrat belimbing wuluh.¹⁹ Berdasarkan penelitian Nurul Wahyu Septiani, kadar vitamin C yang bersifat asam dapat menurunkan jumlah kuman pada peralatan makan di cafetaria perpustakaan UIN Alauddin Makassar. Komposisi kandungan asam organik pada buah belimbing wuluh dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kandungan asam organik pada buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Asam Organik	Jumlah meq asam/100 g total padatan
Asam Asetat	1,6 - 1,9
Asam Sitrat	92,6 - 133,8
Asam Format	0,4 - 0,9
Asam Laktat	0,4 – 1,2
Asam Oksalat	5,5 – 8,9
Sedikit Asam Malat	

Sumber : Subhadrabandhu (2001) dalam Nurul Wahyu Septiani (2017)²⁰

¹⁸ Lisa Anita Sari, Widya Hary Cahyati, *Efektivitas Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.) Dalam Bentuk Granul Terhadap Kematian Larva Nyamuk Aedes Aegypti*, Jurnal Visikes, Vol. 14 (1) 2015, hal. 2-3.

¹⁹ Anita Agustina, Rahmi Nurhaini, *Penetapan Kadar Vitamin C Pada Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.) Secara Iodimetri*, Vol. 9. No. 18, 2014.

²⁰ Nurul Wahyu Septiani, *Uji Kemampuan Larutan Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi) Dalam Menurunkan Jumlah Kuman Pada Peralatan Makan di Cafetaria Perpustakaan UIN Alauddin Makassar*, Skripsi Publikasi, 2017.

Berdasarkan hasil penelitian Aylien Oktavia pada tahun 2012, buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) berpengaruh terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti*.²¹ Penelitian Bintang dkk pada tahun 2016, telah membuktikan bahwa daun belimbing wuluh dapat berpengaruh terhadap mortalitas hama ulat *Spidoptera litura*.²² Di dalam penelitian ini akan dikaji lebih lanjut apakah buah belimbing wuluh dapat berpengaruh terhadap mortalitas dan aktivitas makan hama ulat tritip (*Plutella xylostella*).

Berdasarkan uraian diatas, perlu dilaksanakan penelitian tentang pengaruh variasi konsentrasi buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap mortalitas dan aktivitas makan hama ulat tritip (*Plutella xylostella*). Dari penelitian ini diharapkan berguna sebagai alternatif sumber belajar biologi pada materi penyakit dan hama pada tumbuhan pada peserta didik Sekolah Menengah Pertama (SMP) kelas VIII semester Ganjil untuk mencapai kompetensi dasar mengidentifikasi hama dan penyakit pada tumbuhan yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.

²¹ Aylien Oktavia dkk, *Evektivitas Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk Aedes aegypti*, Jurnal Bioedukasi.

²² Bintang Wahyu Syah, Kristanti Indah Purwani, *Op.Cit.*

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah :

1. *Plutella xylostella* merupakan salah satu hama tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) yang cukup menimbulkan kerugian ekonomis.
2. Masih digunakan pestisida sintetik secara terus menerus yang menyebabkan pencemaran pada lingkungan.
3. Belum adanya pemanfaatan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) sebagai bahan pestisida nabati pada pengendalian hama ulat tritip (*Plutella xylostella*).

C. Pembatasan Masalah

Dari beberapa masalah yang ada, penulis memberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Pestisida nabati yang digunakan dalam penelitian ini adalah ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.).
2. Objek pada penelitian ini adalah hama ulat tritip (*Plutella xylostella*).

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu :

Apakah ada pengaruh variasi konsentrasi buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap mortalitas dan aktivitas makan hama ulat tritip (*Plutella xylostella*)?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini yaitu, untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap mortalitas dan aktivitas makan hama ulat tritip (*Plutella xylostella*).

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi yang bermanfaat :

1. Sebagai bahan informasi yang berkaitan dengan penggunaan pestisida nabati yang dapat mengendalikan hama tanaman bagi masyarakat maupun pihak-pihak yang membutuhkan.
2. Sebagai bahan masukan dan pengetahuan dalam bidang pertanian mengenai pemanfaatan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) sebagai pestisida nabati dan cara pembuatannya.
3. Sebagai sumbangan pemikiran untuk guru biologi dalam pengembangan uraian materi pokok bab penyakit dan hama pada tumbuhan.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.)

Tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) merupakan salah satu jenis tanaman sayuran dari keluarga Cruciferae yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) berasal dari daerah Tiongkok (Cina) dan Asia Timur.²³ Pembudidayaan sawi di Cina telah dikenal sejak abad kelima setelah Masehi. Sawi merupakan tanaman dikotil berbentuk perdu. Dikarenakan kekerabatan yang sangat dekat, karakteristik morfologi tanaman sawi sangat mirip dengan kubis/kol.



Gambar 1. Sawi

Sumber : Dokumen pribadi

²³ Laila Fajri, Tuti Heiriyani, Hilda Susanti, *Pengendalian Hama Ulat Menggunakan Larutan Daun Pepaya Dalam Peningkatan Produksi Sawi (*Brassica juncea* L.)*, Jurnal Ziraah, 2017, Vol. 42 (1), h. 69, mengutip Rukmana, R. 2007. Bertanam Petsai dan Sawi. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

Di dalam dunia biologi, tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) memiliki klasifikasi ilmiah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Kelas : Dikotil

Ordo : Cruciferales

Famili : Cruciferae

Genus : *Brassica*

Spesies : *Brassica juncea* L.²⁴

Tanaman sawi dapat tumbuh baik ditempat yang berhawa panas maupun berhawa dingin, sehingga sawi dapat diusahakan di dataran rendah maupun dataran tinggi. Ketinggian yang ideal dimulai dari 5 m sampai dengan 1.200 m dpl. Namun biasanya tanaman ini dibudidayakan pada daerah yang ketinggian nya antara 100 m sampai 500 m dpl. Tanaman sawi juga tahan terhadap air hujan, sehingga dapat ditanam sepanjang tahun. Pada musim kemarau, jika penyiraman dilakukan dengan teratur dan dengan air yang cukup, tanaman ini dapat tumbuh sebaik pada musim penghujan.²⁵

²⁴ Prof. Dr. H. Zulkarnain, *Budidaya Sayuran Tropis*, (Jakarta : Bumi Aksara, 2013), h. 86.

²⁵ Dora Fatma Nurshanti, *Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) dengan Tiga Varietas Berbeda*, Jurnal Agrobisnis, 2010, Vol 2 (4), h. 8.

Sayuran sawi yang dikonsumsi baik setelah diolah maupun sebagai lalapan, ternyata mengandung berbagai macam zat makanan yang esensial bagi kesehatan tubuh. Selain memiliki kandungan vitamin dan zat gizi yang penting bagi kesehatan.²⁶

Tabel. 2 kandungan zat gizi sawi dalam 100 gram

Zat Gizi	Jumlah
Protein (g)	2,3
Lemak (g)	0,3
Karbohidrat (g)	4,0
Ca (mg)	220,0
P (mg)	38,0
Fe (mg)	2,9
Vitamin A (mg)	1.940,0
Vitamin B (mg)	0,09
Vitamin C (mg)	102

Sumber : Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI, (2001) dalam Suhartini, IGP Suryadarma dan Budiwari (2017).²⁷

1. Morfologi Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.)

Karakteristik morfologi tanaman sawi sangat mirip dengan kubis/kol. Sawi berdaun lonjong, halus, tidak berbulu, dan tidak berkrop. Tanaman sawi mempunyai batang pendek dan lebih langsing daripada petsai. Urat daun

²⁶ Ibid, h. 7

²⁷ Suhartini, IGP Suryadarma, Budiwari, *Pemanfaatan Pestisida Nabati Pada Pengendalian Hama Plutella xylostella Tanaman Sawi (Brassica juncea L.) Menuju Pertanian Ramah Lingkungan*, Jurnal Sains Dasar, 2017, Vol 6 (1), h. 37.

utama lebih sempit daripada petsai, tetapi daunnya lebih liat. Pada umumnya pola pertumbuhan daunnya berserak (roset) hingga sukar membentuk krop. Tanaman ini mempunyai akar tunggang dengan akar samping yang banyak, tetapi dangkal. Bungannya mirip petsai, tetapi rangkaian tandan lebih pendek. Ukuran kuntum bunganya lebih kecil dengan warna kuning pucat yang spesifik.²⁸ Buah sawi berupa polong, dan di dalam setiap polong terdapat 2-8 butir biji-biji kecil berbentuk bulat berdiameter 0,5 – 2,0 mm, berwarna cokelat atau cokelat kehitaman.²⁹

2. Jenis – jenis Sawi

Sawi (*Brassica juncea* L.) termasuk famili cruciferae. Dari jenis ini dikenal tiga varietas sebagai berikut.

- a. Sawi putih atau disebut juga sawi jabung (*Brassica juncea* L. Var. *rugosa* Roxb. & Prain)

Sawi putih sangat digemari banyak orang karena rasanya enak. Daunnya agak halus dan tidak berbulu. Tulang daunnya lebar, berwarna hijau keputih-putihan, bertangkai pendek, dan bersayap. Sayap tersebut melengkung ke bawah.

- b. Sawi caisim (*Brassica juncea* L.)

²⁸ Drs. H. Hendro Sunarjono, APU (Purn), *Bertanam 36 Jenis Sayur*, (Jakarta : Penebar Swadaya), 2013, h. 84.

²⁹ Prof. Dr. H. Zulkarnain, *Op.Cit*, h. 86.

Caisim merupakan jenis sawi yang paling banyak dijual di pasar-pasar. Tangkai daun panjang langsing berwarna putih kehijauan. Daunnya lebar memanjang tipis dan berwarna hijau. Mempunyai rasa yang renyah, segar dengan sedikit sekali rasa pahit. Selain ditumis atau diongseng caisim banyak dibutuhkan oleh pedagang mie dan restoran makanan cina sehingga permintaannya akan sawi caisim cukup tinggi. Sawi jenis ini yang akan digunakan dalam penelitian.

c. Sawi hijau (*Brassica rapa* Var. *Parachinensis*)

Sawi hijau kurang disukai karena rasanya agak pahit. Sawi hijau batangnya pendek dan tegap. Daunnya lebar, berwarna hijau tua, bertangkai pipih, kecil, dan berbulu halus.

d. Sawi huma

Jenis sawi ini akan tumbuh baik jika ditanam di tempat-tempat kering. Tanaman ini biasa ditanam setelah akhir musim hujan karena tidak menyukai genangan air. Sawi jenis ini memiliki bentuk daun yang sempit, panjang dan berwarna hijau keputihan. Memiliki batang yang panjang dan kecil tangkainya bersayap.³⁰

³⁰ Dora Fatma Nurshanti, *Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Caisim (Brassica juncea L.)*, Jurnal Agrobisnis, Vol; 1 (1), 2009, h. 91.

B. Ulat tritip (*Plutella xylostella*)

Plutella xylostella adalah hama utama yang merusak tanaman *Brassicaceae* di Indonesia, terutama kubis, sawi, kembang kol, pakchoi, selada. Di daerah dataran tinggi Sumatera Selatan, kerusakan oleh hama ini mencapai 22% pada sawi.³¹

Hama ini merusak tanaman kubis dan sawi dengan cara memakan daun. Larva yang baru menetas dari telur akan masuk ke dalam dan makan jaringan daun kecuali tulang daun dan epidermis atas. Serangan larva ini menyebabkan bercak-bercak transparan pada daun yang mengakibatkan daun menjadi robek-robek dan berlubang. Serangan pada tanaman selama musim kemarau dapat mengakibatkan kerusakan sebesar 100%. Serangan hama ini dapat terjadi mulai dari umur tanaman dua minggu setelah tanam dan akan meningkat terus hingga 4-5 minggu setelah tanam.³²

³¹ Siti Herlinda, *Parasitoid dan Parasitisasi Plutella xylostella (L.) (Lepidoptera : Yponomeutidae) di Sumatera Selatan*, Jurnal Hayati, 2005, Vol. 12 (4), h. 151.

³² Agus Suyanto, *Hama Sayur dan Buah*, (Jakarta : Penebar Swadaya, 1994), h. 55.



Gambar 2. Ulat *Plutella xylostella*

Sumber : Dokumentasi pribadi

Klasifikasi ulat *Plutella xylostella* :

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

Ordo : Lepidoptera

Family : Plutellidae

Genus : *Plutella*

Species : *Plutella xylostella*³³

1. Morfologi Ulat tritip (*Plutella xylostella*)

³³ Muizzudin Feliawan, *Identifikasi Hama Ulat Pada Tanaman Kubis (Brassica oleracea L.)*, Jurnal Pendidikan Biologi, 2014, h. 17.

Imago (dewasa) ulat daun (*Plutella xylostella*) berupa ngengat, ngengatnya berwarna coklat, dengan panjang tubuh 5-9 mm. Waktu ngengat sedang istirahat, antena lurus kedepan. Ngengat jantan kelihatan lebih kecil dibanding ngengat betina, demikian pula warna nya lebih cerah.³⁴

Telurnya berukuran 0,6 x 0,3 mm, berbentuk oval, dan berwarna kuning muda. Pada saat menetas telur tersebut warnanya berubah menjadi cokelat keabu-abuan, produksi telur tiap imago betina dapat mencapai 300 butir yang diletakkan secara tunggal atau dalam kelompok-kelompok kecil yang terdiri dari 3-4 butir.

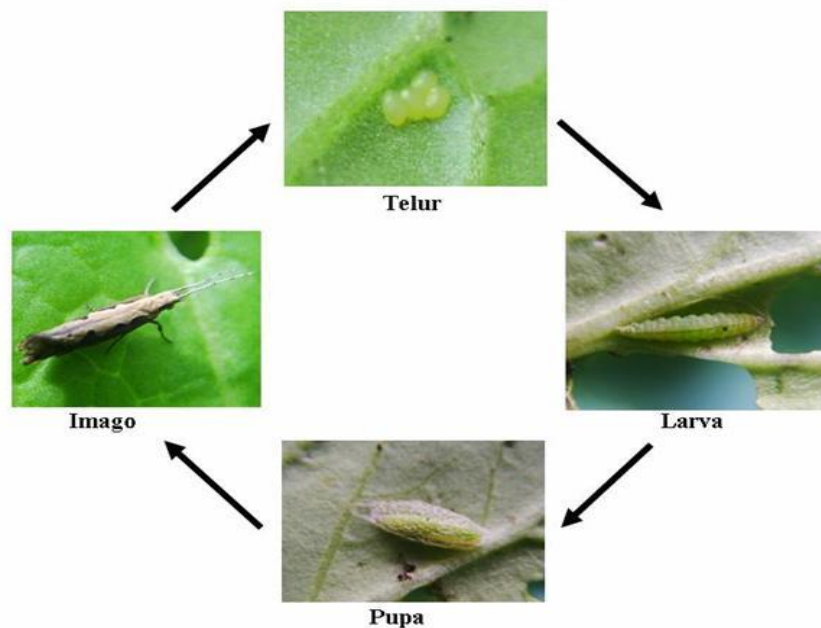
Larva (ulat) yang baru keluar dari telur berwarna hijau muda, berukuran panjang 2 mm, dan akhirnya tumbuh menjadi 10 mm. Kepala larva berwarna kuning dan berbintik gelap. Pada tubuhnya yang berwarna hijau terdapat rambut-rambut hitam.

Pupanya (kepompong) berukuran panjang 6,3-7 mm. Mula-mula berwarna hijau, kemudian setelah 24 jam berubah menjadi cokelat atau hitam. Pupa ini diselubungi oleh jala yang terbuat dari benang berwarna putih, berbentuk lonjong yang disebut kokon.³⁵

2. Siklus Hidup ulat tritip (*Plutella xylostella*)

³⁴ Subiyakto Sudarmo, *Pengendalian Serangga Hama Sayuran & Palawija*, (Yogyakarta : Kanisius, 1991) hal. 14.

³⁵ Agus Suyanto, *Loc.Cit*, h. 55-56.



Gambar 3. Siklus hidup *Plutella xylostella*

Plutella xylostella mempunyai siklus hidup yang sempurna. Ciri-ciri ngengat jantan yaitu memiliki warna sayap abu kecoklat-coklatan, sedangkan yang betina agak pucat. Ngengat atau imago aktif pada senja dan malam hari untuk mencari pasangan atau mencari tempat bertelur, ngengat meletakkan telur tersebar pada daun. Stadium telur berlangsung 3-4 hari. Stadium larva berlangsung 12 hari. Larva terdiri dari empat instar, larva instar I memiliki ukuran panjang 1 mm, lebar 0,5 mm, dan berwarna hijau kekuningan yang berlangsung selama 4 hari. Larva instar II memiliki ukuran panjang 2mm, lebar 0,5 mm, dan berwarna hijau kekuningan yang berlangsung selama 2 hari, larva instar II merupakan larva yang mulai aktif bergerak dan banyak makan.

Larva instar III memiliki ukuran panjang 4-6 mm, lebar 0,75 mm, berwarna hijau yang berlangsung selama 3 hari. Larva instar IV memiliki ukuran panjang 8-11 mm, sedangkan diameternya 1,2-1,5 mm, berwarna hijau yang berlangsung selama 3 hari. Stadium pupa berlangsung selama 6-7 hari. Karakteristik ulat tritip (*Plutella xylostella*) bila ada gangguan, ulat tersebut menggeliat lalu menjatuhkan diri dari daun dengan benang sutra.³⁶

C. Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)



Gambar 4. Belimbing wuluh
Sumber : Dokumen pribadi

Klasifikasi ilmiah belimbing wuluh :

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida

³⁶ Denda Astra Dwi Prima, *Pemanfaatan Air Rendama Batang Tembakau (Nicotiana tabacum L) Sebagai Alternatif Bioinsektisida Ulat Kubis (Plutella xylostella)*, Skripsi Naskah Publikasi, 2016, h. 20-21.

Ordo : Geraniales
Famili : Oxiladaceae
Genus : *Averrhoa*
Spesies : *Averrhoa bilimbi* L.³⁷

Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) merupakan salah satu keanekaragaman hayati yang terdapat di Indonesia. Belimbing wuluh dapat tumbuh di dataran rendah hingga sampai 500 m dpl. Belimbing wuluh tumbuh hampir di seluruh daerah, namun belum di budidayakan secara khusus. Nama daerah atau nama lain dari belimbing wuluh :

Sumatera	: limeng, selimeng, thlimeng, asam, belimbing, balimbing, balimbangan, malimbi, balimbieng
Jawa	: balimbing, calingcing, balimbing, blimbing, blimbing wulih, bhalimbhing bulu
Sulawesi	: balimbing botol, lompiat litod, lopias, lembutu, bainang
Nusa tenggara	: blimbing buloh, limbi, balimbeng, kerbol
Maluku	: thurela, takurela, taprera
Irian	: useke. ³⁸

1. Morfologi Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Pohon belimbing wuluh dapat mencapai ketinggian hingga 10 m, garis tengah batang mencapai 30 cm. Dapat tumbuh di dataran rendah hingga sampai 500 m dpl. Belimbing wuluh mempunyai batang kasar berbenjol benjol, percabangan sedikit, arahnya condong ke atas. Daun berupa daun

³⁷ Winkanda Satria Putra, *Kitab Herbal Nusantara*, (Yogyakarta : Kata Hati, 2016), h. 61

³⁸ Drs. Bambang Mursito, Apt., M. Si, *Sehat di Usia Lanjut Dengan Ramuan Tradisional*, (Jakarta : Penebar Swadaya, 2007), h. 52.

majemuk menyirip ganjil dengan 21-45 pasang anak daun. Anak daun bertangkai pendek, bentuknya bulat telur sampai jorong, ujung nya runcing, pangkal membundar, tepi rata, panjang 2-10 cm, lebar 1-3 cm, warnanya hijau, permukaan bawah hijau muda. Perbungangan berupa malai, berkelompok, keluar dari batang atau percabangan yang besar, bunga kecil-kecil berbentuk bintang warna nya ungu kemerahan. Buah nya berbentuk buah buni, bentuknya bulat lonjong bersegi, panjang 4-6,5 ern, bila masak berair banyak, rasanya asam, saat masih muda buah berwarna hijau, setelah tua menjadi kekuningan, tumbuh bergerombol, bergantung pada batang atau pangkal cabang yang besar. Biji bentuknya bulat telur, gepeng. Rasa buahnya asam.³⁹

2. Kandungan Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Buah belimbing wuluh mengandung saponin, tanin, flavonoid, alkaloid. Saponin yang merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder belimbing wuluh adalah glikosida yang tersusun dari gula yang berkaitan dengan aglikon. Aglikon, (disebut juga sapogenin) memiliki struktur yang terdiri dari rantai triterpenoid atau steroid dan bersifat non polar. Struktur saponin tersebut menyebabkan saponin bersifat seperti sabun atau deterjen sehingga

³⁹ Winkanda Satria Putra, *Kitab Herbal Nusantara*, (Yogyakarta : Kata Hati, 2016), h. 61-62.

saponin disebut sebagai surfaktan alami.⁴⁰ Saponin masuknya zat toksik ini kedalam tubuh larva adalah melalui saluran pencernaan. Pada saluran pencernaan zat toksik ini menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan mengganggu proses penyerapan makanan sehingga saponin berfungsi sebagai racun perut.⁴¹

Senyawa tanin merupakan senyawa metabolit sekunder yang berasal dari tumbuhan yang terisah protein dan enzim sitoplasma. Tanin merupakan himpunan polihidroksi fenol yang dapat dibedakan dari fenol-fenol lain karena kemampuannya mengendapkan protein. Senyawa ini mempunyai aktivitas anioksi dan menghambat pertumbuhan tumor. Senyawa tanin merupakan senyawa turunan fenol yang secara umum mekanisme antimikrobanya dari senyawa fenol. Tanin merupakan growth inhibitor, sehingga banyak mikroorganisme yang dapat dihambat pertumbuhannya oleh tanin. Tanin mempunyai target pada polipeptida dinding sel. Senyawa ini merupakan zat kimia yang terdapat dalam tanaman yang memiliki kemampuan menghambat sintesis dinding sel bakteri dan sintesis protein.⁴²

⁴⁰ Fahrunnida, Rarastoeti Pratiwi, *Kandungan Saponin Buah, Daun dan Tangkai Daun Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.)*, Jurnal Bioedukasi, Sp005 – 036, h.220.

⁴¹ Bagas Rasid Sidik, *Pengaruh Variasi Dosis Larutan Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk Culex sp. Sebagai Sumber Belajar Biologi Pada Materi Insekta*, Jurnal Bioedukasi, Vol 6 (2), 2015.

⁴² Diah Septia Liantari, *Efect Of Wuluh Starfruit Leaf Extract For Streptococcus mutans Growth*, Jurnal Majority, Vol. 3 (7), 2014, h. 29.

Flavonoid bekerja dengan cara denaturasi protein. Proses ini juga menyebabkan gangguan dalam pembentukan sel sehingga merubah komposisi komponen protein.⁴³ Flavonoid merupakan senyawa pertahanan tumbuhan yang dapat bersifat menghambat saluran pencernaan serangga dan juga bersifat toksik.

Buah belimbing wuluh mengandung banyak vitamin C yang bersifat asam. Belimbing wuluh memiliki kandungan asam sitrat yang cukup tinggi. Komposisi kandungan asam organik pada buah belimbing wuluh dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Komposisi kandungan asam organik pada buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Asam Organik	Jumlah meq asam/100 g total padatan
Asam Asetat	1,6 - 1,9
Asam Sitrat	92,6 - 133,8
Asam Format	0,4 - 0,9
Asam Laktat	0,4 – 1,2
Asam Oksalat	5,5 – 8,9
Sedikit Asam Malat	

Sumber : Subhadrabandhu (2001) dalam Nuruh Wahyu Septiani (2017).⁴⁴

⁴³ Diah Septia Liantari, *Loc. Cit*, h. 29.

⁴⁴ Nurul Wahyu Septiani, *Uji Kemampuan Larutan Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi) Dalam Menurunkan Jumlah Kuman Pada Peralatan Makan di Cafeteria Perpustakaan UIN Alauddin Makassar*, Skripsi Publikasi, 2017.

Tabel 4. Kandungan gizi buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) per 100 gram adalah sebagai berikut.⁴⁵

Zat gizi	Jumlah
Energi	23 kkal
Protein	0,7 g
Lemak	0,2 g
Karbohidrat	4,5 g
Serat kasar	1,5 g
Abu	0,3 g
Kalsium	8 mg
Fosfor	11 mg
Besi	0,4 mg
Beta-karoten	100 ug
Vitamin A	17 ug
Thiamin	0,01 mg
Riboflavin	0,03 mg
Niacin	0,3 mg
Vitamin C	18 mg
Kadar air	94,3 g

3. Khasiat dan Manfaat Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) merupakan salah satu jenis tanaman yang sering digunakan sebagai obat tradisional. Tanaman ini mengandung banyak vitamin C alami yang berguna sebagai penambah daya tahan tubuh, dan perlindungan terhadap berbagai penyakit. Beberapa

⁴⁵ Puji Rahayu, *Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.) Terhadap Pertumbuhan Candida albicans*, Skripsi Naskah Publikasi, 2013, h. 10.

penyakitnya yaitu seperti batuk, diabetes, rematik, gondongan, sariawan, sakit gigi, gusi berdarah, jerawat, diare sampai tekanan darah tinggi.⁴⁶

4. Cara perkembangbiakan Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Belimbing wuluh berkembang biak dengan dua cara yaitu generatif dan vegetatif. Generatif dengan cara biji, sedangkan vegetatif dengan cangkok, okulasi, dll.⁴⁷

D. Pestisida Nabati

Pengertian atau definisi dari pestisida pada dasarnya secara harfiah disusun oleh dua kata yaitu pest yang artinya hama pengganggu dan sida atau cide artinya pembunuh. Jadi arti pestisida adalah semua bahan atau campuran bahan khusus untuk memberantas atau mencegah hama pengganggu.

Dilihat dari asal bahan dasar penyusun pestisida, maka pestisida dibedakan atas dua yaitu pestisida sintesis dan pestisida alami. Pestisida sintesis yaitu pestisida yang bahan dasarnya berasal dari pabrik, sedangkan pestisida alami yaitu pestisida yang bahan dasarnya berasal dari alam, salah satunya adalah pestisida nabati.

Pestisida nabati adalah jenis pestisida yang termasuk pestisida alami, karena bahan dasarnya berasal dari alam bukan buatan pabrik yaitu dari

⁴⁶ *Ibid.*

⁴⁷ Hery Soeryoko, *20 Tanaman Obat Berkhasiat*, (Yogyakarta : Andi Offset, 2011), h. 38.

tanaman atau tumbuhan. Karena bahan dasarnya berasal dari tanaman, maka jenis pestisida ini mudah terurai di alam, sehingga tidak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi manusia, dan juga ternak atau hewan lain karena residu nya mudah hilang.

Dengan mudah hilangnya residu pestisida ini, maka pestisida nabati ini dikatakan bersifat hit and run yang artinya pukul dan lari. Maksud dari ungkapan tersebut adalah apabila pestisida nabati ini diaplikasikan pada tanaman, maka pestisida tersebut akan membunuh hama pada waktu itu dan setelah hama terbunuh maka residunya akan cepat menghilang di alam. Dari cara kerja pestisida nabati ini dan dampaknya terhadap lingkungan relatif kecil, maka para petani sebaiknya mengganti pestisida sintesis yang selama ini digunakan dengan pestisida nabati yang bahan dasarnya ada di sekitar kita.⁴⁸

a. Keunggulan dan Kelemahan Penggunaan Pestisida Nabati

1) Keunggulan Pestisida Nabati

Beberapa keuntungan/kelebihan penggunaan pestisida nabati secara khusus dibandingkan dengan pestisida konvensional adalah sebagai berikut :

⁴⁸ Turrini Yudiarti, *Cara Praktis & Ekonomis Mengatasi Hama dan Penyakit Tanaman Pangan & Hortikultura*, (Yogyakarta : Graha Ilmu, 2010) hal, 78-80.

- a. Mempunyai sifat cara kerja (*mode of action*) yang unik, yaitu tidak meracuni (non toksik).
- b. Mudah terurai di alam sehingga tidak mencemari lingkungan serta relatif aman bagi manusia dan hewan peliharaan karena residunya mudah hilang.
- c. Penggunaannya dalam jumlah (dosis) yang kecil atau rendah.
- d. Mudah diperoleh di alam, contohnya di Indonesia sangat banyak jenis tumbuhan penghasil insektisida nabati.
- e. Cara pembuatannya relatif mudah dan secara sosial-ekonomi penggunaannya menguntungkan bagi petani kecil di negara-negara berkembang.⁴⁹

2) Kelemahan Pestisida Nabati

Selain memiliki banyak keuntungan, pestisida nabati juga mempunyai beberapa kelemahan yaitu :

- a) Frekuensi penggunaan pestisida nabati lebih tinggi dibandingkan dengan pestisida sintesis. Tingginya frekuensi penggunaan pestisida nabati adalah karena sifatnya yang mudah terurai di lingkungan sehingga harus lebih sering di aplikasikan,

⁴⁹ Asmaliyah, *Pengenalan Tumbuhan Penghasil Pestisida Nabati Dan Pemanfaatannya Secara Tradisional*, (Palembang : Kementrian Kehutan Badan Penelitian Dan Pengembangan Kehutanan, 2010), h. 5.

- b) Pestisida nabati memiliki bahan aktif yang kompleks dan kadang kala tidak semua bahan aktif dapat dideteksi,
- c) Tanaman pestisida nabati yang sama, tetapi tumbuh di tempat yang berbeda, umur tanaman berbeda, iklim berbeda, umur tanaman berbeda, dan waktu panen berbeda yang mengakibatkan bahan aktifnya menjadi sangat bervariasi.⁵⁰

b. Teknik Pembuatan Pestisida Nabati

Pembuatan pestisida nabati dapat dilakukan secara sederhana dan secara laboratorium. Pembuatan pestisida nabati, yaitu dalam bentuk ekstrak secara sederhana (jangka pendek) dapat dilakukan oleh petani, dan penggunaannya biasanya dilakukan sesegera mungkin setelah pembuatan ekstrak. Pembuatan secara sederhana ini berorientasi kepada penerapan usaha tani berinput rendah. Sedangkan cara laboratorium (jangka panjang) biasanya dilakukan oleh tenaga ahli yang sudah terlatih dan hasil kemasannya memungkinkan untuk disimpan relatif lama. Pembuatan cara laboratorium berorientasi pada industri, membutuhkan biaya tinggi, sehingga produk pestisida nabati menjadi mahal, bahkan kadang lebih mahal daripada pestisida sintesis. Oleh karena itu pembuatan dan penggunaan pestisida nabati dianjurkan dan diarahkan kepada

⁵⁰ *Ibid.* h. 24.

cara sederhana, terutama untuk luasan terbatas dan dalam jangka waktu penyimpanan yang juga terbatas.⁵¹

Pembuatan pestisida nabati dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu :

1. Penggerusan, penumbukan, pembakaran atau pengepresan untuk menghasilkan produk berupa tepung, abu atau pasta.
2. Perendaman untuk produk ekstrak. Pembuatan ekstrak ini dapat dilakukan dengan beberapa cara :

- a) Tepung tumbuhan + air
 - b) Tepung tumbuhan + air, kemudian dipanaskan/direbus
 - c) Tepung tumbuhan + air + deterjen
 - d) Tepung tumbuhan + air + surfaktan (pengemulsi) pestisida
 - e) Tepung tumbuhan + air + sedikit alkohol/metanol + surfaktan
3. Ekstraksi dengan menggunakan bahan kimia pelarut disertai perlakuan khusus oleh tenaga.⁵²

⁵¹ Subiyakto Sudarmo, *Pestisida Nabati Pembuatan dan Pemanfaatannya (Cara Praktis Pembuatan Pestisida Nabati Aman dan Ramah Lingkungan dengan Teknik Pengujian Sederhana)*, (Yogyakarta : Kanisius, 2005), h. 48.

⁵² Asmaliyah. *Op.Cit.* h. 26.

C. Cara Penggunaan Pestisida Nabati

Beberapa cara penggunaan pestisida nabati :

1. Penyemprotan (*spraying*) : merupakan metode yang paling banyak digunakan.
2. Dusting (debu, tepung atau bubuk).
3. Penaburan.
4. Penuangan atau penyiraman (*pour on*) misalnya untuk membunuh sarang (koloni) semut, rayap, serangga tanah di persemaian.
5. Injeksi batang : dengan insektisida sistematik bagi hama batang, daun, penggerek, dan lain sebagainya.
6. Dipping : perendaman/pencelupan seperti untuk biji/benih, kayu.
7. Fumigasi : penguapan, misalnya pada hama gudang atau hama kayu.
8. *Admixture* atau penyampuran misalnya insektisida dalam formulasi dust yang di beri bahan perekat, dicampur dengan biji sehingga membentuk pelindung.
9. *Impregnasi* : metode dengan tekanan (*pressure*) misalnya dalam pengawetan kayu.
10. *Fogging* : pengabutan.⁵³

⁵³ Rudy C., Tarumingkeng., *INSEKTISIDA : Sifat, Mekanisme, dan Dampak Penggunaannya*, (Ukrida Perss, Jakarta, 1992), h. 9-10.

E. Kerangka Pemikiran

Ulat tritip (*Plutella xylostella*) merupakan hama utama tanaman sawi yang dapat menghancurkan hasil panen dan cukup menimbulkan kerugian secara ekonomis. *Plutella xylostella* memakan daun tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) yang berumur 2 minggu sampai 5 minggu.

Sejauh ini pengendalian hama ulat tritip (*Plutella xylostella*) umumnya dilakukan menggunakan pestisida sintetis. Penggunaan pestisida sintetis dianggap efektif dan praktis. Namun demikian penggunaan pestisida sintetis banyak menimbulkan masalah. Pemakaian pestisida sintetis dapat membunuh hama tanaman, namun disisi lain dapat menimbulkan kerugian seperti pencemaran lingkungan, keracunan pada pengguna dan residu pada komoditas pangan serta resistensi hama. Melihat dari penggunaan pestisida sintetis yang berdampak negatif maka diperkenalkan alternatif lain yang dapat digunakan dalam pengendalian hayati ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.).

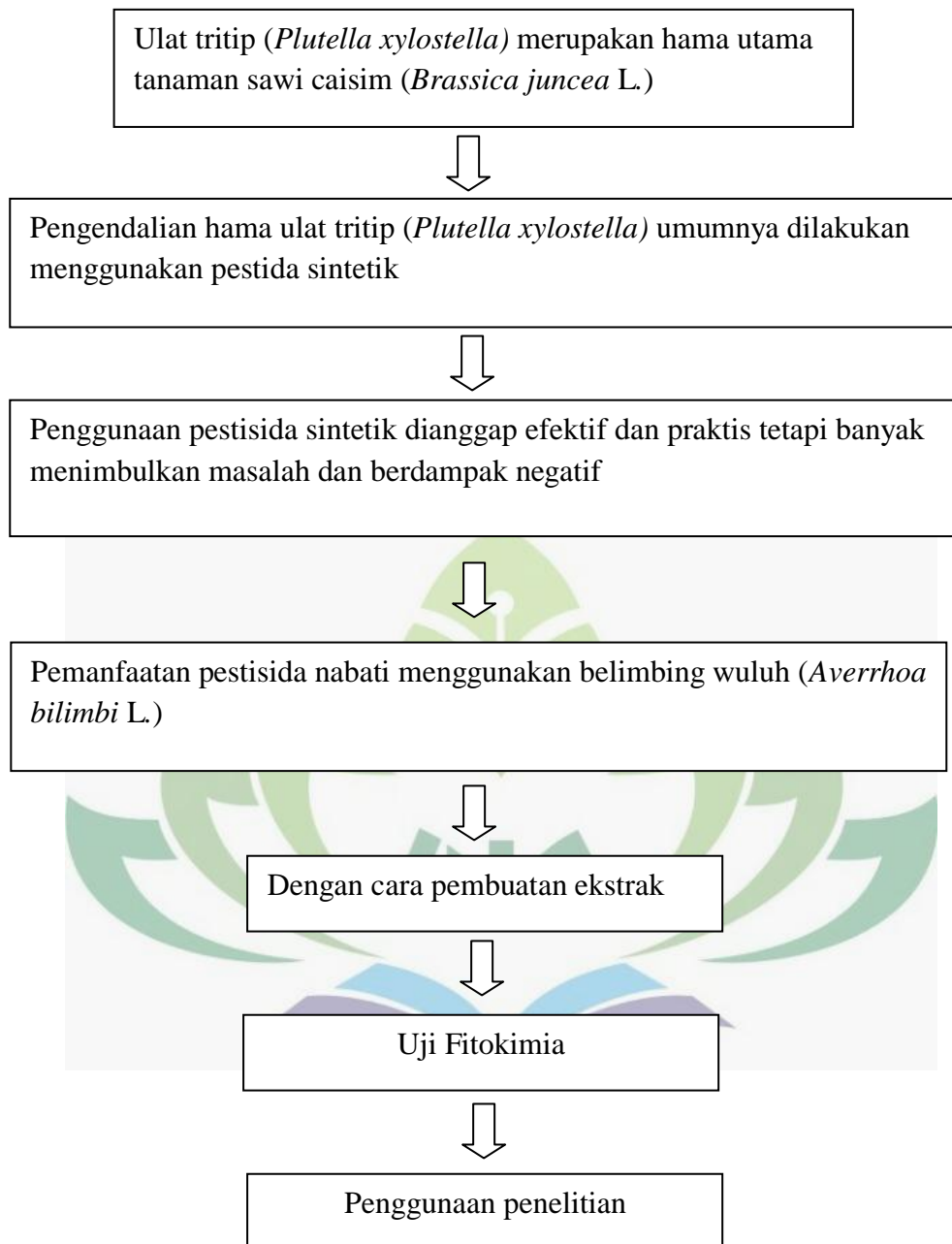
Ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) diduga dapat dimanfaatkan sebagai pengendali hayati terhadap hama ulat *Plutella xylostella* pada tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). Buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) memiliki zat yang cukup efektif sebagai pestisida nabati, yaitu saponin, tanin, flavonoid, dan alkaloid dimana senyawa ini dapat berfungsi

sebagai racun perut dan racun kontak dalam membunuh dan menghambat aktivitas makan ulat tritip (*Plutella xylostella*).

Berdasarkan uraian tersebut maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang pengaruh variasi konsentrasi ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap mortalitas dan aktivitas makan hama ulat tritip (*Plutella xylostella*).



Bagan kerangka pikir :



F. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kajian teori dan kerangka pikir, maka hipotesis penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. H_1 = Ada pengaruh variasi konsentrasi ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap mortalitas dan aktivitas makan hama ulat tritip (*Plutella xylostella*).



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Tempat pengambilan sampel dan tempat penelitian dilakukan di Way kandis Kecamatan Tanjung Senang Bandar Lampung. Penelitian Uji Fitokimia dan Pembuatan Ekstrak dilakukan di Laboratorium UIN Raden Intan Lampung dan Laboratorium Universitas Lampung. Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari – Maret 2018.

B. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dan sampel didalam penelitian ini adalah ulat *Plutella xylostella* yang diambil dari kebun sawi di Way kandis kecamatan Tanjung Senang Bandar Lampung.

C. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimen dan observasional. Penelitian observasional yaitu pengamatan uji fitokimia buah belimbing wuluh, sedangkan penelitian eksperimen berupa pengamatan mortalitas dan aktivitas makan *Plutella xylostella* yang dilakukan selama 2 hari. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode Rancangan Acak Lengkap

(RAL) yang terdiri dari 5 taraf perlakuan yaitu 0% (sebagai kontrol), 10%, 15%, 20% dan 25 % (sebagai perlakuan)⁵⁴. Tiap perlakuan diulangi sebanyak empat kali ulangan. Masing-masing perlakuan terdiri dari 10 ekor ulat tritip (*Plutella xylostella*).

D. Desain Penelitian

Penelitian ini dilakukan sebanyak empat kali pengulangan, adapun desain penelitian sebagai berikut :

Tabel 5. Desain Penelitian

No.	Konsentrasi	Σ ulat <i>Plutella xylostella</i> yang mati pada pengulangan ke-			
		1	2	3	4
1.	0% sebagai kontrol (tanpa ekstrak buah belimbing wuluh)				
2.	10%				
3.	15%				
4.	20%				
5.	25%				

E. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah toples, kain kasa, blender, pisau, gelas ukur, *beaker glass*, *rotary evaporator*, pipet tetes, penyaring, kuas

⁵⁴ Novia Dyah Ayu Wulandari, Kiky Mulkiya, Reza Abdul Kodir, *Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak dan Fraksi Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.) terhadap Propionibacterium acnes Menggunakan Metode Bioautografi*, Jurnal Farmasi, ISSN : 2460-6472

kecil, timbangan, sarung tangan, masker, tisu, kertas label, alat tulis. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu buah belimbing wuluh, etanol 70%, aquades, umpan makanan, dan larva *Plutella xylostella* instar II.

F. Cara Kerja

1. Tahap Persiapan

a. Persiapan Ulat tritip (*Plutella xylostella*)

Ulat tritip (*Plutella xylostella*) diambil dari daun Tanaman Sawi yang diperoleh dari kebun sawi di Way Kandis Kecamatan Tanjung Senang Bandar Lampung. Ulat tritip (*Plutella xylostella*) di ambil dari daun sawi dengan menggunakan kuas kecil dan memasukkannya ke dalam toples yang didalamnya telah di isi dengan daun sawi segar sebagai makanannya. Setelah memperoleh jumlah ulat yang dibutuhkan toples ditutup dengan kain kasa. Kemudian sampel uji di kembangbiakan hingga sampai menjadi larva instar II, makanan yang diberikan untuk pemeliharaan larva ini adalah daun sawi segar yang setiap hari diganti dan kotorannya dibersihkan dengan kuas sampai memasuki instar II yang siap untuk digunakan sebagai larva uji. Larva instar II merupakan larva yang mulai aktif bergerak dan banyak makan.

b. Pembuatan ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) segar dibersihkan dicuci dengan air sampai bersih dan ditiriskan, kemudian dipotong tipis-tipis.

Kemudian setelah itu buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) tersebut dikeringkan dengan cara dijemur dibawah sinar matahari sampai kadar air buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) tersebut menjadi berkurang. Selanjutnya irisan buah tersebut digiling menggunakan blender. Selanjutnya pembuatan ekstrak menggunakan cara maserasi, yaitu dengan cara buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) direndam kedalam bejana maserasi kemudian diberi larutan etanol 70%. Bejana maserasi tersebut ditutup rapat dan didiamkan selama 3 hari sambil diaduk satu kali setiap hari. Hasil yang diperoleh kemudian disaring dan diulang sebanyak 3 kali, kemudian ditampung di masukkan ke dalam botol untuk selanjutnya dipekatkan dengan menggunakan alat rotary evaporator sampai mendapatkan ekstrak etanol kental. Ekstrak yang diperoleh diuapkan dengan menggunakan alat *rotary evaporator* pada suhu 70%. Proses ini bertujuan untuk menguapkan etanol sehingga diperoleh ekstrak yang kental dari buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.).⁵⁵

c. Uji Fitokimia Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Uji fitokimia yang dilakukan adalah menguji adanya senyawa metabolit sekunder flavonoid, fenolik, tanin, dan saponin. Uji flavonoid dilakukan dengan menyiapkan 2 ml ekstrak, kemudian dipanaskan kurang lebih 5 menit, tambahkan 0,1 gram serbuk Mg dan 5 tetes HCl pekat, jika terdapat perubahan

⁵⁵ Puji Rahayu, *Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Terhadap Pertumbuhan *Candida albicans**, Skripsi Naskah Publikasi, 2013, h. 27-28.

warna merah, kuning atau jingga maka ekstrak positif mengandung flavonoid. Uji tanin dilakukan dengan cara mengambil 2 ml sampel ekstrak, kemudian panaskan selama 5 menit lalu didinginkan. Setelah itu tambahkan beberapa tetes FeCl_3 1%. Bila terjadi warna hitam kehijauan menunjukkan adanya senyawa tanin.⁵⁶ Uji saponin dilakukan dengan 1 ml sampel ekstrak, lalu ditambahkan dengan 10 ml air lalu dipanaskan selama 2-3 menit, setelah itu kocok selama 1 menit. Jika timbul buih atau busa yang stabil bertahan selama 10 menit, maka ekstrak tersebut positif mengandung saponin.⁵⁷

d. Penentuan pH larutan buah Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Penentuan ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keasaman pada masing masing konsentrasi ekstrak buah belimbing wuluh. Menyiapkan masing masing larutan konsentrasi 10%, 15%, 20%, dan 25%, kemudian diukur pH-nya menggunakan pH meter.

e. Penentuan kadar asam sitrat buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Penentuan ini dilakukan untuk mengetahui kestabilan asam sitrat pada buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) selama masa penyimpanan.

⁵⁶ Ergina, Siti Nuryanti, Indarini Dwi Puspita Sari, *Uji Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder Pada Daun Palado (Agave angustifolia) Yng Diekstraksi Dengan Pelarut Air dan Etanol*. Jurnal Akademika Kimia, Vol 3 (3), 2014, hal. 167.

⁵⁷ Didit Purwanto, Syaiful Bahri, Ahmad Ridhay, *Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Buah Purnajiwa (Kopsia arborea Blume.) Dengan Berbagai Pelarut*. Jurnal Riset Kimia, Vol 3 (1), 2017, h. 27

Kadar asam sitrat ini ditentukan dengan metode titrasi asam basa, air perasan buah belimbing wuluh dimasukkan kedalam labu erlenmeyer 250 ml, kemudian ditambahkan aquades dan indikator fenolftalein. Setelah itu, sampel dititrasi dengan larutan NaOH 0,5 M sampai berwarna merah muda. Kadar asam sitrat dapat diketahui melalui persamaan berikut :

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$M_1 = \frac{V_2 \times M_2}{V_1}$$

$$M = \frac{n}{V}$$

$$n = M \times V$$

$$\underline{w} = M \times V$$

$$M_r$$

Ket :

M1 = Molaritas asam sitrat (mol. L⁻¹)

M2 = Molaritas NaOH (mol. L⁻¹)

V1 = Volume asam sitrat (ml)

V2 = Volume NaOH (ml)

N = Jumlah mol zat

M = Molaritas zat (mol.L⁻¹)

V = Volume larutan (L)

W = Massa zat (g)

Mr = massa relatif zat (g.mol⁻¹)

2. Tahap Pelaksanaan

Pengujian dilakukan dengan metode pencelupan daun (*leaf dipping methods*).⁵⁸ Konsentrasi ekstrak yang digunakan dalam pengujian adalah 0%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dengan empat kali pengulangan. Larva *plutella xylostella* yang telah mencapai instar II disiapkan dan diletakkan dalam toples uji sebanyak 10 ekor. Daun sawi diukur panjang nya 15cm dan lebar nya 10cm. Setelah itu daun sawi direndam dalam masing-masing konsentrasi ekstrak selama 1 menit dan dikering-anginkan pada suhu ruang. Selanjutnya daun sawi dimasukkan ke dalam toples uji sebagai pakan ulat tritip (*Plutella xylostella*). Setiap perlakuan digunakan 10 ekor ulat tritip (*Plutella xylostella*) dengan pengulangan sebanyak empat kali untuk tiap konsentrasi dan 1 kontrol. Mortalitas dihitung dari jumlah ulat *Plutella xylostella* yang mati selama 2 hari, ulat yg mati dilihat dengan tidak adanya lagi gerakan. Sedangkan aktivitas makan dilihat dari sektor luas daun yang termakan.

1. Persentase mortalitas larva dihitung dengan menggunakan rumus :

$$M = (a / b) \times 100\%$$

Keterangan :

M = Persentase mortalitas larva / kematian yang diamati.

⁵⁸ Bintang Wahyu Syah, Kristanti Indah Purwani, *Pengaruh Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi) Terhadap Mortalitas dan Perkembangan larva Spodoptera litura*, Jurnal Sains dan Seni ITS, Vol 5 (2), 2016, h. 25.

a = Jumlah ulat yang mati tiap perlakuan.

b = Jumlah seluruh ulat dari setiap perlakuan.

2. Persentase aktivitas makan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

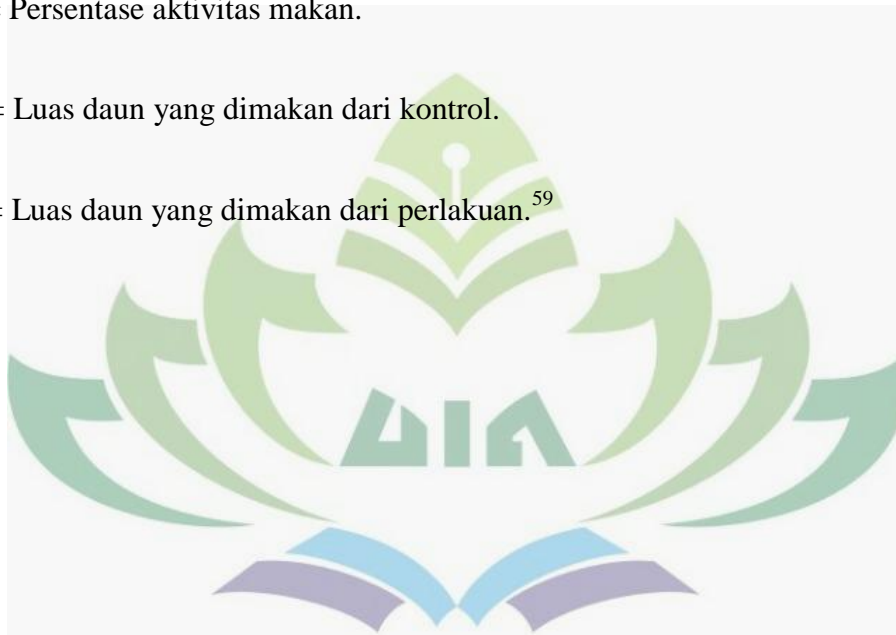
$$P = \frac{C - T}{C} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Persentase aktivitas makan.

C = Luas daun yang dimakan dari kontrol.

T = Luas daun yang dimakan dari perlakuan.⁵⁹



⁵⁹ Debby D Moniharapon dan Mechiavel Moniharapon, *Ekstrak Etanol dan Daun Melinjo (Gnetum gnemon L.) sebagai antifedant Terhadap Lrva Ulat Grayak (Spodoptera litura Fab) Pada tanaman Sawi (Brassica sinensis L.)*, Jurnal Budidaya Pertanian, Vol.10 (2), 2014.

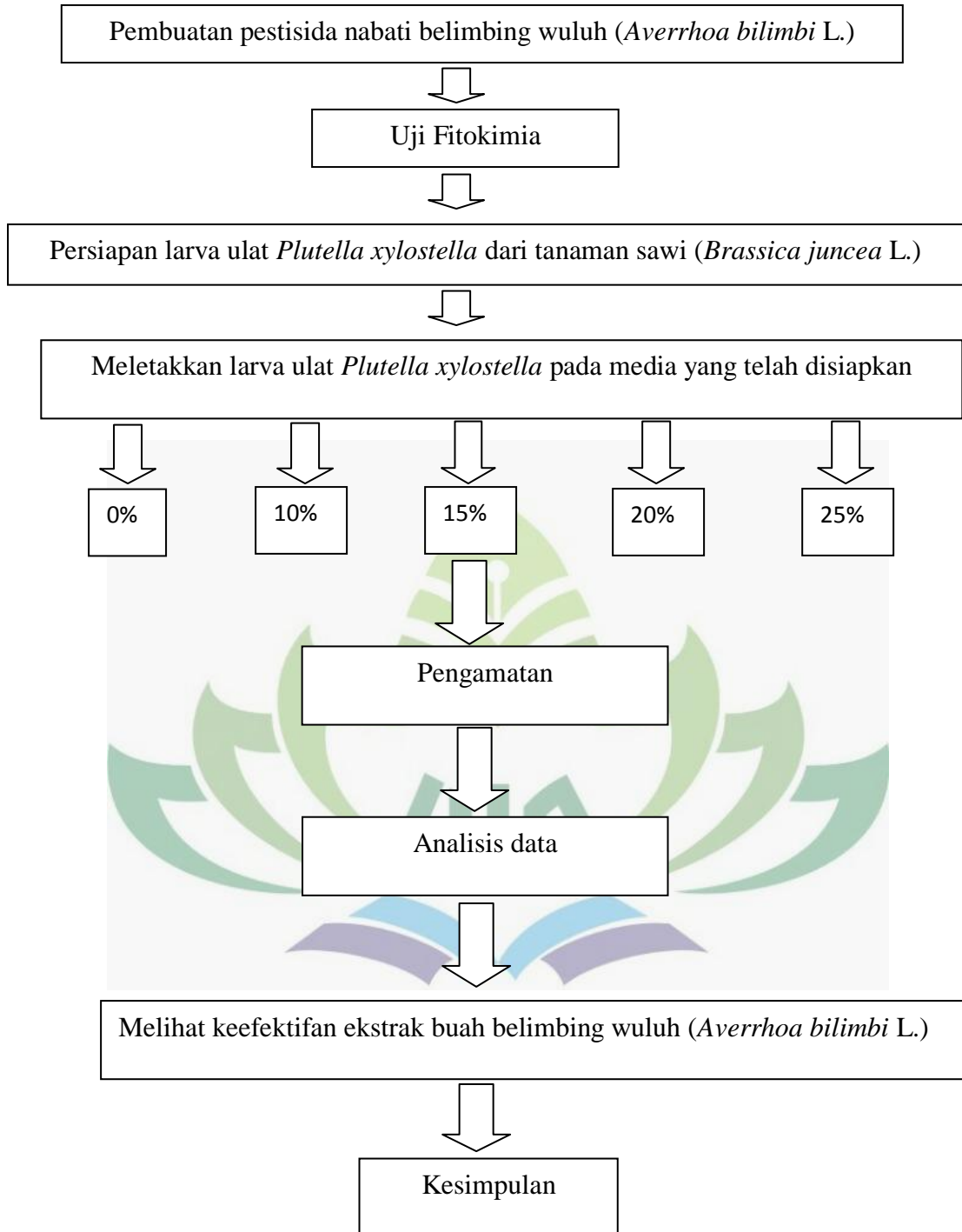
G. Analisis Data

Untuk mengetahui apakah ada pengaruh variasi konsentrasi buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat tritip (*Plutella xylostella*), maka hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis varian satu arah (ANOVA satu arah) dengan program SPSS 17. Selanjutnya dianalisis dengan uji lanjutan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) atau uji LSD.⁶⁰



⁶⁰ Nisa Kurniawan, Yuliani, Fida Rachmadiarti, *Uji Bioaktivitas Ekstrak Daun Suren (Toona sinensis) terhadap Mortalitas Larva Plutella xylostella pada Tanaman Sawi Hijau*. h. 204.

H. Alur Kerja Penelitian



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, setelah pengaplikasian ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap ulat Tritip (*Plutella xylostella*) pada toples uji selama 2 hari (48 jam) menunjukkan adanya peningkatan jumlah kematian ulat tritip (*Plutella xylostella*). Hasil penelitian seperti yang dapat dilihat pada tabel 6.

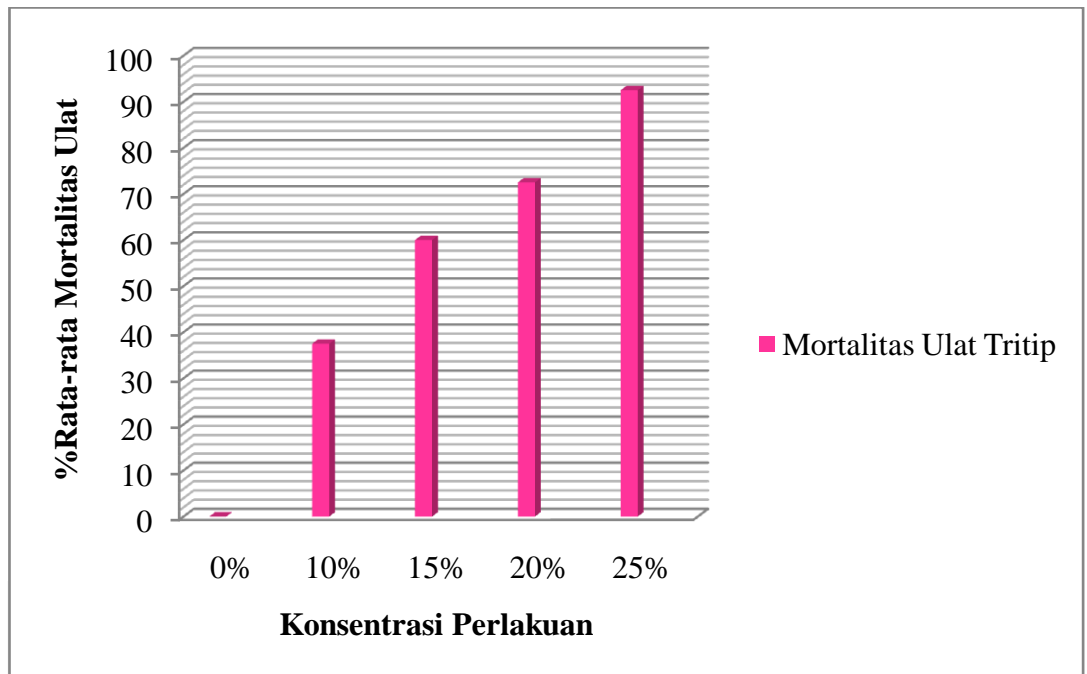
Tabel 6.
Data Jumlah Mortalitas Ulat Tritip (*Plutella xylostella*) Setelah Pemberian Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Selama 48 Jam Perlakuan.

No	Konsentrasi	Σ Ulat Tritip yang mati pada replikasi ke-			
		1	2	3	4
1	0%	0	0	0	0
2	10%	4	3	3	5
3	15%	5	6	7	6
4	20%	7	7	8	7
5	25%	8	10	9	10

Berdasarkan tabel tersebut dapat dilihat bahwa berbagai konsentrasi ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) pada percobaan ini

memperlihatkan pengaruh yang berbeda terhadap kematian ulat Tritip (*Plutella xylostella*). Setelah pemberian perlakuan memperlihatkan adanya pengaruh pemberian ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dengan berbagai konsentrasi dapat membunuh ulat Tritip (*Plutella xylostella*). Jumlah kematian ulat tritip (*Plutella xylostella*) meningkat pada setiap toples uji dalam berbagai konsentrasi perlakuan ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). Hasil uji pengaruh pemberian ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) menunjukkan adanya perbedaan mortalitas yang beragam dari setiap dosis.

Dapat dilihat pada gambar 5, memperlihatkan kenaikan mortalitas ulat Tritip (*Plutella xylostella*) meningkat disetiap dosis ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). Semakin tinggi konsentrasi ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) maka semakin tinggi pula mortalitas ulat Tritip (*Plutella xylostella*). Hal ini berarti apabila dosis ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) meningkat, maka mortalitas ulat tritip (*Plutella xylostella*) juga meningkat, disamping itu daya kerja racun suatu senyawa sangat ditentukan oleh besarnya konsentrasi.



Gambar 5.
Grafik Konsentrasi Respon Kematian Ulat Tritip (*Plutella xylostella*) pada Berbagai Konsentrasi setela 48 jam Perlakuan.

Pada penelitian dilakukan perhitungan jumlah ulat tritip (*Plutella xylostella*) yang mati pada berbagai konsentrasi ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dengan pengulangan sebanyak 4 kali dan selama pengamatan 48 jam (2 hari). Kematian terendah terdapat pada konsentrasi 10% yaitu dengan rata-rata kematian 3,75 ekor (37,5%) dan kematian tertinggi terdapat pada konsentrasi 25% yaitu dengan rata-rata kematian 9,25 ekor (92,5%). Sedangkan pada kontrol tidak menunjukkan adanya kematian ulat tritip (*Plutella xylostella*). Berdasarkan hasil tersebut, konsentrasi pengaruh larutan yang terbaik

untuk mortalitas ulat tritip (*Plutella xylostella*) adalah 25%. Hal ini dikarenakan pada konsentrasi tersebut dapat membunuh ulat tritip (*Plutella xylostella*) sebesar 92,5% selama 48 jam.

Hasil analisis dengan one way Anova, menunjukkan bahwa konsentrasi (10%, 15%, 20%, dan 25%) ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) mempunyai potensi untuk membunuh ulat tritip (*Plutella xylostella*). Hasil uji Normalitas data secara keseluruhan menunjukkan bahwa nilai $\text{sig} = 0,272 > 0,05$, berarti data berdistribusi normal (Lampiran 3), sedangkan uji homogenitas menunjukkan nilai $\text{sig} = 0,74$, uji homogenitas ragam $> 0,05$, dengan kata lain varians (ragam) populasi adalah homogen (sama), sehingga dapat dilakukan pengujian lebih lanjut.

Hasil penelitian ini kemudian dianalisis dengan menggunakan analisis statistik SPSS versi 17.0 dengan menggunakan metode One-way ANOVA. Hasil uji ANOVA seperti disajikan pada tabel 7.

Tabel 7.
Hasil Analisis of Variance (ANOVA) Pengaruh Variasi Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap Mortalitas Ulat Tritis (*Plutella xylostella*) Selama 48 Jam Pengamatan

Sumber keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Sig.
Ekstrak	4 (v1)	20150,000	5037,500	91.591*	0,000
Galat	15 (v2)	825,000	55,000	-	
Total	19	20975,000	-	-	

Keterangan * = Nyata

Dari tabel dapat dilihat pada bagian perlakuan, didapatkan nilai sig sebesar 0,000. Nilai tersebut $<0,05$, sehingga H_0 ditolak. Artinya terdapat pengaruh dari perbedaan perlakuan kontrol dan perlakuan pemberian ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) (10%, 15%, 20%, 25%) terhadap potensi ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). Untuk mengetahui perlakuan mana yang berpengaruh paling baik dilanjutkan dengan Uji LSD (Least Significant Difference) pada taraf 5%. Hal ini dapat diperoleh dengan menggunakan metode Post Hoc Test yang terdapat di halaman lampiran. Tabel uji LSD disajikan pada tabel 8.

Tabel 8.
Hasil uji lanjut LSD pada taraf 5%

No	Perlakuan	Mean / Rata-rata \pm SD
1	0%	0,00 ^a \pm 0,000
2	10%	37,50 ^b \pm 9,574
3	15%	60,00 ^c \pm 8,164
4	20%	72,50 ^d \pm 5,000
5	25%	92,50 ^e \pm 9,574

Keterangan : huruf-huruf kecil menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada $\alpha = 0,05$ dengan menggunakan uji LSD

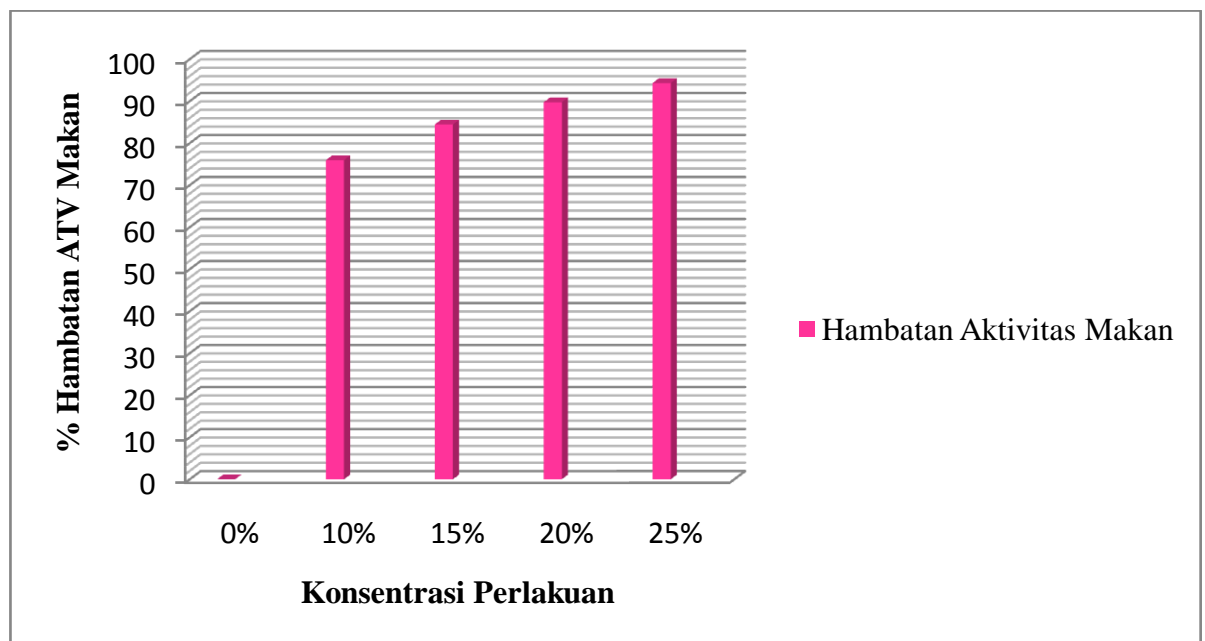
Berdasarkan hasil uji lanjut LSD pada taraf 5% menunjukkan berbeda nyata dari semua pemberian ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap Mortalitas Ulat Tritip (*Plutella xylostella*). Perlakuan kontrol dan perlakuan 10%, 15%, 20% dan 25% berbeda nyata dengan semua perlakuan. Dari hasil uji LSD dapat diketahui nilai rata-rata mortalitas ulat tritip (*Plutella xylostella*) pada kontrol (0%) sebesar 0,000, perlakuan 10% sebesar 37,50, perlakuan 15% sebesar 60,00, perlakuan 20% sebesar 72,50, perlakuan 25% sebesar 92,50.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, pengaplikasian ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) juga berpengaruh terhadap aktivitas makan ulat tritip (*Plutella xylostella*) selama 48 jam menunjukkan adanya hambatan makan pada ulat tritip (*Plutella xylostella*). Dapat dilihat pada gambar

6, hambatan aktivitas makan pada ulat tritip meningkat di setiap dosis pemberian ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Gambar 6.

Grafik Konsentrasi Respon Hambatan Aktivitas Makan Ulat Tritip (*Plutella xylostella*) pada Berbagai Konsentrasi setelah 48 jam Perlakuan.



Pada penelitian dilakukan perhitungan daya hambat aktivitas makan ulat tritip (*Plutella xylostella*) pada berbagai konsentrasi ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dengan pengulangan sebanyak 4 kali dan selama pengamatan 48 jam (2 hari). Perhitungan daya hambat aktivitas makan pada konsentrasi 0% yaitu rata-rata nya 0%, perhitungan daya hambat aktivitas makan pada konsentrasi 10% yaitu 75,96%, daya hambat aktivitas makan pada

konsentrasi 15% yaitu 84,46%, daya hambat aktivitas makan pada konsentrasi 20% yaitu 89,74%, dan perhitungan daya hambat aktivitas makan pada konsentrasi 25% yaitu dengan rata-rata perhitungan hambatan aktivitas makan 94,32%. Hasil penelitian aktivitas makan ulat tritip (*Plutella xylostella*) dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Pengaruh ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap aktivitas makan ulat tritip (*Plutella xylostella*)

P	U	Luas daun yang dimakan (cm ²)			Presentase hambatan makan (%)	Rata-rata
		T 24 jam	T 48 jam	Total		
0%	1	6,74	2,87	9,61	0,00	0,00
	2	5,67	3,34	9,01	0,00	
	3	4,49	3,45	7,94	0,00	
	4	5,64	3,32	8,96	0,00	
10%	1	0,82	1,07	1,89	80,33	75,96
	2	1,71	1,23	2,94	67,36	
	3	0,59	1,32	1,91	75,94	
	4	0,89	0,88	1,77	80,24	
15%	1	1,09	0,91	2	79,18	84,46
	2	0,9	0,41	1,31	85,37	
	3	0,95	0,15	1,1	86,14	
	4	0,43	0,72	1,15	87,16	
20	1	0,75	0,29	1,04	89,17	89,74
	2	0,41	0,59	1	88,90	
	3	0,23	0,4	0,63	92,06	
	4	0,38	0,62	1	88,83	
25%	1	0,78	0,27	1,05	89,07	94,32
	2	0,01	0,02	0,03	99,66	
	3	0,62	0,11	0,73	90,80	
	4	0,19	0,01	0,2	97,76	

Berdasarkan tabel tersebut dapat dilihat bahwa berbagai konsentrasi ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) memperlihatkan pengaruh yang berbeda terhadap hambatan aktivitas makan ulat tritip (*Plutella xylostella*). Hambatan aktivitas makan ulat tritip (*Plutella xylostella*) meningkat pada toples uji dalam berbagai konsentrasi ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.).

Pada penelitian dilakukan perhitungan jumlah luas daun sawi yang dimakan pada berbagai konsentrasi ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dengan pengulangan sebanyak 4 kali dan selama pengamatan 48 jam. Daya hambat aktivitas makan tertinggi terdapat pada konsentrasi 25% yaitu dengan rata-rata persentase aktivitas makan 94,32% dan daya hambat aktivitas makan terendah terdapat pada perlakuan kontrol 0% yaitu dengan rata-rata persentase 0%. Hal ini dikarenakan pada perlakuan kontrol 0% tidak diberi ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). Hal ini berarti apabila dosis ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) meningkat, maka daya hambat aktivitas makan ulat tritip (*Plutella xylostella*) meningkat.

Hasil analisis dengan one way Anova, menunjukkan bahwa konsentrasi (0%, 10%, 15%, 20%, dan 25%) ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) mempunyai potensi untuk menghambat aktivitas makan ulat tritip (*Plutella*

xylostella). Hasil uji Normalitas data secara keseluruhan menunjukkan bahwa nilai $\text{sig} = 0,174 > 0,05$, berarti data berdistribusi normal (Lampiran 4). Hasil penelitian ini kemudian dianalisis dengan menggunakan analisis statistik SPSS versi 17.0 dengan menggunakan metode One-Way ANOVA. Hasil uji ANOVA dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10.

Hasil analisis of variance (ANOVA) Pengaruh Variasi Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap Aktivitas Makan Ulat Tritip (*Plutella xylostella*) Selama 48 jam pengamatan.

Sumber keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Sig
Larutan	4 (v1)	24479,840	6119,960	386,138*	0,000
Galat	15 (v2)	237,737	15,849	-	
Total	19	24717,578	-	-	

Keterangan * = Nyata

Dari tabel 8. dapat dilihat pada bagian perlakuan, didapatkan nilai signifikansi sebesar 0,000. Nilai tersebut $< 0,05$, sehingga H_0 ditolak. Artinya terdapat pengaruh dari perbedaan perlakuan kontrol dan ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). Untuk mengetahui perlakuan mana yang berpengaruh paling baik dilanjutkan dengan uji LSD (Least Significant Difference) pada taraf 5%. Hal ini dapat diperoleh dengan menggunakan metode Post Hoc Test yang terdapat di halaman lampiran. Tabel uji LSD disajikan pada tabel 11.

Tabel 11.

Hasil uji lanjut LSD pada taraf 5%

No	Perlakuan	Mean / Rata-rata
1	0%	0,00 ^a ± 0,000
2	10%	75,96 ^b ± 6,093
3	15%	84,46 ^c ± 3,597
4	20%	89,74 ^c ± 1,553
5	25%	94,32 ^d ± 5,173

Keterangan : huruf – huruf kecil menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada $\alpha = 0,05$ dengan menggunakan uji LSD

Berdasarkan hasil uji lanjut LSD pada taraf 5 % menunjukkan bahwa perlakuan kontrol berbeda nyata dari semua pemberian ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap aktivitas makan ulat tritip (*Plutella xylostella*). Perlakuan kontrol dan perlakuan 10%, 15%, 20%, dan 25% berbeda nyata dengan semua perlakuan.

Pada penelitian dilakukan penentuan kadar asam sitrat pada buah belimbing wuluh dengan metode titrasi asam basa kemudian diperoleh kadar asam sitrat pada buah belimbing wuluh yaitu 0,091 M (Lampiran 2) dan dilakukan pengukuran pH masing-masing konsentrasi, pH pada masing-masing konsentrasi dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Hasil pengukuran pH larutan

Konsentrasi larutan	pH
10%	2
15%	2
20%	2
25%	1

Kematian dan hambatan aktivitas makan ulat tritip (*Plutella xylostella*) dikarenakan adanya kandungan senyawa-senyawa aktif ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). Kandungan senyawa-senyawa aktif seperti saponin, tanin, flavonoid, fenolik. Dapat dilihat pada tabel 10. hasil penelitian uji fitokimia yang telah dilakukan.

Tabel 13. Uji fitokimia buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Kandungan senyawa-senyawa aktif	Hasil
Saponin	+ (Adanya busa, Positif mengandung saponin)
Tanin	+ (Perubahan warna hitam, Positif mengandung tanin)
Flavonoid	+ (Perubahan warna merah, positif mengandung flavonoid)
Fenolik	+ (Perubahan warna merah, positif mengandung senyawa fenol)

Uji fitokimia menunjukkan bahwa pada buah belimbing (*Averrhoa bilimbi* L.) positif mengandung senyawa saponin, tanin, flavonoid, dan fenolik. Uji kandungan saponin menunjukkan adanya busa, hal ini menunjukkan bahwa buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) mengandung saponin. Uji kandungan tanin menunjukkan adanya warna hitam setelah diberi beberapa tetes FeCl_3 1%, hal itu menunjukkan bahwa pada buah belimbing wuluh mengandung senyawa tanin. Uji kandungan flavonoid menunjukkan perubahan warna merah setelah ekstrak diberi serbuk Mg dan HCl pekat, hal itu menunjukkan bahwa buah belimbing wuluh mengandung flavonoid. Uji kandungan fenolik menunjukkan adanya perubahan warna merah.

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan konsentrasi larutan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) yang digunakan memberikan pengaruh yang nyata terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat Tritip (*Plutella xylostella*). Pada gambar diagram presentasi mortalitas ulat Tritip (*Plutella xylostella*) bahwa semakin bertambahnya dosis dan lamanya waktu kontak ulat Tritip (*Plutella xylostella*) dengan ekstrak buah belimbing wuluh maka semakin meningkat persentase mortalitas ulat Tritip (*Plutella xylostella*).

Berdasarkan standar pengujian efikasi insektisida yang dikeluarkan oleh Direktorat pupuk dan pestisida, departemen pertanian suatu formulasi insektisida

dikatakan efektif bila setelah dilakukan aplikasi, tingkat efikasi insektisida tersebut lebih dari atau sama dengan 50% ($>50\%$) dengan syarat populasi hama sasarannya pada perlakuan insektisida yang diuji lebih rendah atau sama dengan dari populasi hama kontrol.⁶¹

Merujuk pada standar kriteria pengujian efikasi insektisida yang dikeluarkan oleh Direktorat Pupuk dan Pestisida tersebut, hasil uji pada tabel 6 dan 9 menunjukkan bahwa ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) efektif dalam membunuh dan menghambat aktivitas makan ulat Tritip (*Plutella xylostella*). Tingkat mortalitas dan aktivitas makan ulat Tritip (*Plutella xylostella*) pada perlakuan dosis 15%, 20% dan 25% memenuhi kriteria sebagai insektisida yang efektif untuk menekan populasi ulat Tritip (*Plutella xylostella*) dengan nilai rata-rata tertinggi mortalitas 60%, 72,5% dan 92,5%, nilai persentase rata-rata tertinggi aktivitas makan yaitu 84,46%, 89,74% dan 94,32%. Sedangkan pada perlakuan kontrol (0%), dan 10% tingkat mortalitas dan aktivitas makan ulat Tritip (*Plutella xylostella*) kurang efektif untuk menekan populasi ulat Tritip (*Plutella xylostella*) dengan nilai rata rata mortalitas 0% dan 37,55%.

Berdasarkan hasil penelitian dan hasil analisis data, bahwa ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) memiliki efek sebagai pengendali terhadap ulat Tritip (*Plutella xylostella*). Dari ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) konsentrasi 25% memiliki efek sebagai pengendali ulat

⁶¹ Karmah Lianingrum, *Pengaruh variasi konsentrasi larutan daun pepaya (Carica papaya L.) Terhadap Mortalitas Semut Api (Solenopsis invicta)*, skripsi naskah publikasi, 2015 hal. 48

Tritip (*Plutella xylostella*) yang lebih bagus jika dibandingkan dengan konsentrasi 10%, 15% dan 20%. Perlakuan dengan dosis 25% memiliki pengaruh yang paling efektif terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat Tritip (*Plutella xylostella*). Hal ini ditunjukkan dari konsentrasi ekstrak yang mampu membunuh sebanyak nilai rata-rata mortalitas yaitu 92,5% dan menghambat aktivitas makan sebanyak nilai persentase aktivitas makan yaitu 94,32%.

Pengaruh berbagai konsentrasi ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) pada setiap perlakuan menunjukkan jumlah kematian dan hambatan makan yang berbeda-beda pada setiap konsentrasinya. Perbedaan ini karena pada setiap konsentrasi ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) memiliki kandungan asam sitrat, pH asam, dan kandungan metabolit sekunder flavonoid, saponin, dan tanin yang berbeda pula sehingga daya bunuhnya dan daya hambat aktivitas makannya juga berbeda tergantung banyak sedikitnya konsentrasi ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). Semakin tinggi kadar asam pada buah belimbing wuluh dan banyak nya kandungan flavonoid, saponin dan tanin dari buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) maka mortalitas dan daya hambat ulat Tritip (*Plutella xylostella*) semakin besar. Dosis yang paling efektif yaitu 25% dengan rata-rata kematian 92,5% dan rata-rata persentase hambatan makan 94,32%. Dan rata-rata terendah kematian dosis 10% yaitu sebesar 37,5%, dan rata-rata persentase hambatan makan terendah yaitu sebesar 76,94%. Dengan demikian perlakuan dengan dosis 25% mampu membunuh dan menghambat

aktivitas makan ulat tritip paling tinggi karena mengandung kadar asam sitrat, pH asam dan mengandung senyawa flavonoid, saponin dan tanin yang lebih banyak.

Berdasarkan hasil penelitian kadar asam sitrat dan pengecekan pH pada buah belimbing wuluh berpengaruh terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat tritip. Pada penelitian kadar asam sitrat pada buah belimbing wuluh yaitu 0,091 M, dan pH pada masing masing konsentrasi ekstrak buah belimbing yaitu pada konsentrasi 10% pH 2, 15% pH 2, 20% pH 2, dan 25% pH 1. pH rendah pada ekstrak buah belimbing wuluh berpengaruh terhadap sistem pencernaan serangga. pH pada sistem pencernaan serangga di dalam usus bagian tengah (mesenteron) lipodoptera pada umumnya yaitu 8,0-10,0. pH basa lebih umum pada serangga fitopagus daripada serangga karnivora.⁶²

Insektisida berbahan aktif buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dengan senyawa flavonoid, saponin, dan tanin bersifat menolak serangga. Senyawa flavonoid, saponin, dan tanin yang terkandung bersifat sebagai racun kontak dengan serangga. Pada penelitian yang dilakukan Fahrunnida tahun 2015 tentang kandungan saponin pada buah, daun, dan tangkai belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) menunjukkan bahwa kadar saponin yang tertinggi terdapat pada buah belimbing wuluh.⁶³ Adanya senyawa saponin yang terdapat pada buah belimbing wuluh yang bekerja mengganggu stabilitas membran sel yang

⁶² Ridwanti Batubara, S. Hut, Fisiologi Serangga Hutan (Sistem Pencernaan Serangga), USU Digital Library, 2002, h. 4.

⁶³ Fahrunnida, Rarastoeti Pratiwi, *Kandungan Saponin Buah, Daun, Tangkai Daun Belimbing wuluh (Averrhoa bilimbi L.)*, Jurnal Bioedukasi, Sp005 – 036, h. 223.

mengakibatkan kerusakan membran sel, mekanisme kerja dari saponin dapat menurunkan tegangan permukaan selaput mukosa *tractus digestivus* larva sehingga dinding traktus digestivus menjadi korosif. Saponin juga dapat membentuk senyawa kompleks dalam membran plasma dan mengganggu sifat permeabilitas membran.⁶⁴

Mekanisme kerja pestisida nabati dari ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) yaitu kombinasi antara kandungan senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, saponin, tanin, kandungan asam sitrat dan pH yang asam pada buah belimbing wuluh menyebabkan larva *Plutella xylostella* mati. Setelah umpan makanan daun sawi yang telah diaplikasikan ekstrak buah belimbing wuluh diberikan dan dimakan oleh ulat tritip. Flavonoid yang terkandung dalam ekstrak buah belimbing wuluh menyebabkan penggumpalan protein pada membran sel. Denaturasi protein tersebut menyebabkan tidak tersalurnya bahan makanan dan nutrisi sehingga permeabilitas membran sel menurun.⁶⁵ Saponin bekerja mengganggu stabilitas membran sel yang telah dirusak oleh flavonoid. Mekanisme kerja dari saponin dapat menurunkan tegangan permukaan selaput mukosa *tractus digestivus* larva sehingga dinding

⁶⁴ Bintang Wahyu Syah dan Kristanti Indah Purwani, *Pengaruh Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva Spodoptera litura*, Jurnal Sains dan Seni ITS, Vol 5 (2). 2016, hal. 26.

⁶⁵ Martha Lina, *Pengaruh Pemberian Ekstak Daun Legundi (Vitex trifolia) Sebagai Pestisida Nabati Pengendalian Hama Plutella xylostella Pada Tanaman Sawi (Brassica juncea)*, Jurnal Biologi, Vol 5, No. 4, 2016. h. 37.

traktus digestivus menjadi korosif dan akhirnya bocor.⁶⁶ Tanin yang terkandung dalam ekstrak buah belimbing wuluh berperan sebagai *antifeedant* yaitu dapat menurunkan kemampuan mencerna makanan. Mekanisme kerja senyawa tanin masuk melalui membran sel yang telah dirusak oleh flavonoid dan saponin, tanin menghambat kerja enzim protease. Apabila kerja enzim protease terhambat maka mengakibatkan proteosa, pepton dan polipeptida tidak bisa diubah menjadi asam amino. Menurunnya pembentukan asam amino mengakibatkan sintesis protein tidak dapat berlangsung dan ATP tidak terbentuk sehingga larva akan kekurangan energi dan menyebabkan kematian larva.⁶⁷

Asam sitrat dan pH yang rendah pada buah belimbing wuluh berpengaruh pada proses pencernaan di dalam usus. Saluran pencernaan berperan terutama untuk pencernaan dan penyerapan makanan. Di dalam usus bagian tengah enzim pencernaan banyak di produksi. Terutama enzim protease dalam pencernaan serangga. Enzim berfungsi memecahkan substansi yang kompleks di dalam makanan menjadi substansi yang lebih sederhana sehingga dapat di serap dan kemudian di asimilasi oleh serangga. Enzim protease akan memecah protein menjadi proteosa, pepton, dan polipeptida menjadi asam amino. Dalam proses pencernaan dan penyerapan makanan ini, untuk melaksanakan tugas enzim secara optimal dipengaruhi oleh pH. Pada saluran pencernaan serangga dibagi menjadi

⁶⁶ Bintang Wahyu Syah, Kristanti Indah Purwani, *Loc.Cit.* h. 26.

⁶⁷ Khoirotul Muaddibah, *Pengaruh ekstrak daun legatan (Synedrella nodiflora) Terhadap Perkembangan Ulat Daun Kubis (Plutella xylostella)*, Skripsi Publikasi, 2016, hal. 39-40.

tiga bagian utama yaitu Foregut (stomodeum) – usus bagian depan, Midgut (mesenteron) – usus bagian tengah, Hind gut (proktodeum) – usus bagian belakang. pH pencernaan usus bagian depan sangat dipengaruhi oleh makanan yang masuk dan berbeda-beda menurut zat hara, karena tidak ada buffer yang cocok untuk isi pencernaan bagian depan. pH yg lebih asam pada pencernaan bagian depan, kemudian pada pencernaan usus bagian tengah mempunyai buffer sehingga tercapai pH yg relatif tetap. Pada larva lepidoptera kisaran umumnya 8,0-10,0. pH basa lebih umum pada serangga fitopagus. pH yang asam pada buah belimbing wuluh mempengaruhi dan merubah konsentrasi pH dalam pencernaan serangga di dalam usus bagian tengah (mesenteron) yang umumnya pH pada pencernaan serangga 8,0-10,0.⁶⁸ Ph Konsentrasi pH mempengaruhi kerja enzim di dalam usus pada pencernaan. Kerja enzim protease yang akan merubah protein menjadi molekul yang lebih sederhana yaitu proteosa, pepton dan polipeptida yang akan dirubah menjadi asam amino tidak terbentuk, sehingga protein yang ada dalam makanan serangga tidak dapat di serap dan di asimilasi oleh serangga, pertumbuhan dan metabolisme organisme terhenti. Hal ini yang menyebabkan larva mati.

Dari hasil pengamatan perilaku ulat tritip (*Plutella xylostella*) yang terpapar dengan ekstrak menunjukkan gejala awal yang dapat diamati yaitu ulat tritip (*Plutella xylostella*) mengalami perlambatan pergerakan, dan banyak diam kurang

⁶⁸ Ridwanti Batubara, S. Hut, *Op.Cit*, h. 4.

nya aktivitas makan, berbeda dengan ulat tritip (*Plutella xylostella*) kontrol dimana masih bergerak dengan normal dan lincah. Adapun gejala keracunan yang teramati dalam penelitian adalah ulat tritip (*Plutella xylostella*) berhenti bergerak, warna tubuh ulat berubah menjadi kuning coklat sampai kehitaman, dan tubuh ulat tritip (*Plutella xylostella*) menjadi mengeras.



Gambar 7. Ulat Tritip (*Plutella xylostella*) yang mati terpapar ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Pada konsentrasi kontrol (0%) tidak terdapat ulat tritip (*Plutella xylostella*) yang mati, hal ini dikarenakan bahwa terjadinya kematian dan aktivitas makan ulat tritip yang terhambat karena ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) yang digunakan atau diberikan. Sehingga pada perlakuan kontrol tidak terdapat kematian ulat tritip (*Plutella xylostella*).

Dari hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) berpengaruh dan dapat digunakan sebagai insektisida nabati terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat tritip (*Plutella xylostella*) karena menunjukkan tingkat mortalitas dan daya hambat aktivitas makan yang cukup tinggi, ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) lebih aman bagi kesehatan, hewan dan lingkungan dibandingkan dengan penggunaan insektisida sintetik.

C. Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) berkaitan dengan cara mencari tahu tentang gejala alam secara sistematis, sehingga IPA bukan hanya penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, atau prinsip-prinsip saja tetapi juga merupakan penemuan. Biologi merupakan salah satu cabang IPA yang mendasari perkembangan teknologi dan konsep hidup yang harmonis dengan alam. Sebagai ilmu yang mempelajari makhluk hidup, biologi juga memberikan pelajaran yang baik kepada manusia untuk hidup selaras dengan lingkungan hidupnya sehingga mampu mengelola sumber daya alam dengan cara yang optimal, bijaksana dan ramah lingkungan. Proses pembelajaran biologi menekankan pada pemberian pengalaman langsung untuk mengembangkan kompetensi peserta didik agar mampu menjelajahi dan lebih memahami alam sekitar secara ilmiah sehingga kemampuan berfikir analisis, induktif dan deduktif dalam menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan peristiwa sekitar alam dapat

berkembang. Salah satu konsep pada mata pelajaran biologi adalah materi hama dan penyakit pada tumbuhan.

Dari hasil penelitian pengaruh ekstrak buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) sebagai insektisida nabati terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat tritip (*Plutella xylostella*). Diketahui bahwa ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) efektif sebagai insektisida nabati sehingga menghasilkan pengaruh yang nyata terhadap mortalitas ulat Tritip (*Plutella xylostella*). Hal ini perlu dikenalkan kepada peserta didik pada tingkat SMP agar dapat mengetahui insektisida nabati yang dapat membunuh hama tumbuhan.

Insektisida yang selama ini banyak dijual di pasaran untuk mengendalikan hama ulat pada tumbuhan atau sayuran seperti sawi sebagian besar adalah insektisida sintetik. Perlu diketahui bahwa residu insektisida sintetik sulit terurai oleh alam dan tubuh manusia maupun hewan. Residu tersebut akan mengendap dalam jangka waktu yang panjang sehingga lingkungan, manusia dan hewan yang terkontak dengan insektisida sintetik ini akan mengalami pencemaran dan keracunan.

Hama dalam arti sempit didefinisikan sebagai binatang yang mengganggu dan dapat menyebabkan kerugian. Gangguan tersebut dapat dialami oleh tumbuhan, jamur, hewan, dan manusia. Kurang lebih 80% serangga berperan sebagai hama tanaman.

Salah satu hama yang merupakan hama tanaman adalah ulat Tritis (*Plutella xylostella*), hama ulat ini menyerang tanaman sawi, kubis, kembang kol, selada. Pengendalian hama selain memanfaatkan agen pengendali hayati juga dapat menggunakan pestisida nabati. Pestisida nabati merupakan pestisida yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Tumbuhan tertentu memiliki kandungan senyawa yang bersifat toksik bagi hama maupun patogen tumbuhan. Salah satu tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati adalah buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Pelajaran Hama dan penyakit pada tumbuhan di sekolah disampaikan oleh guru melalui jalur pendidikan formal yang terintegrasi dalam pelajaran biologi pada kurikulum tingkat satuan pendidikan (KTSP). Bagi siswa SMP pelajaran hama dan penyakit pada tumbuhan sebagian besar penyampain materi biologi oleh guru sebagian besar masih menghafal dan dijelaskan hanya dengan metode ceramah. Pengetahuan konsep-konsep hama dan penyakit pada tumbuhan memberikan tekanan pada siswa bagaimana berpikir divergen siswa terhadap konsep-konsep hama dan penyakit pada tumbuhan, karena berpikir divergen tidak hanya ditentukan oleh penjelasan objek secara teoritis saja tapi juga oleh penjelasan objek langsung ke lapangan.

Di dalam proses kegiatan belajar mengajar, guru harus mempunyai pendekatan pembelajaran, agar siswa dapat memahami materi yang disampaikan oleh guru, sehingga siswa mampu menangkap pembelajaran dan mampu

menghubungkan objek nyata yang ada di dalam pikirannya. Dengan begitu siswa dapat memunculkan pemikiran-pemikiran yang kreatif dari daya pikir nya.

Kegiatan pembelajaran menurut silabus yaitu :

1. Studi pustaka untuk merumuskan konsep hama dan penyakit
2. Melihat carta, gambar dan/atau tayangan video tentang contoh-contoh hama dan penyakit pada tumbuhan.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) berpengaruh terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat Tritip (*Plutella xylostella*), semakin tinggi konsentrasi buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) maka semakin tinggi mortalitas dan daya hambat aktivitas makan ulat Tritip (*Plutella xylostella*).
2. Konsentrasi ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) yang paling efektif dalam membunuh dan menghambat aktivitas makan ulat Tritip (*Plutella xylostella*) yaitu pada konsentrasi 25% dengan rata-rata kematian 92,5% dan rata-rata persentase hambatan makan 94,32%.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui mekanisme kerja zat aktif dari ekstrak buah belimbing (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap spesies ulat yang lain sebagai pengendali hama ulat.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh pada bagian tanaman belimbing wuluh, misalnya daun, batang, akar,

dan bunga belimbing wuluh sebagai pengendali hama ulat pada tumbuhan sayuran.

3. Perlu dilakukan penelitian mengenai cara pengolahan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) menjadi produk yang lebih praktis, sehingga dapat diaplikasikan langsung kepada masyarakat.
4. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan panduan praktikum sebagai sumber belajar dan alternatif bahan pengembangan petunjuk praktikum.



DAFTAR PUSTAKA

- Agus Suyanto, 1994. *Hama Sayur dan Buah*, Jakarta : Penebar Swadaya.
- Asmaliyah, 2010. *Pengenalan Tumbuhan Penghasil Pestisida Nabati Dan Pemanfaatannya Secara Tradisional*, Palembang : Kementrian Kehutan Badan Penelitian Dan Pengembangan Kehutanan.
- Aylien Oktavia dkk, *Evektivitas Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk Aedes aegypti*, Jurnal Bioedukasi.
- Bagas Rasid Sidik, *Pengaruh Variasi Dosis Larutan Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk Culex sp. Sebagai Sumber Belajar Biologi Pada Materi Insekta*, Jurnal Bioedukasi, Vol.6 (2). 2015.
- Bintang Wahyu Syah, Kristanti Indah Purwani, *Pengaruh Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi) Terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva Spodoptera litura*, Jurnal Sains dan Seni ITS, 2016, Vol. 5 (2).
- C Tri Kusumastuti, *Pengujian Beberapa Jenis Insektisida Nabati terhadap Mortalitas dan Aktivitas Makan Hama Ulat Daun (Plutella xylostella)*, Jurnal Agro^{UPY}, Vol. 6 (1), 2014.
- Debby D Moniharapon dan Mechiavel Moniharapon, *Ekstrak Etanol Daun Melinjo (Gnetum gnemon L.) sebagai Anti Feedant Terhadap Larva Ulat Grayak (Spodoptera litura Fab.) Pada Tanaman Sawi (Brassica sinensis L.)* Jurnal Budidaya Pertanian, Vol.10. No.2, 2014.
- Denda Astra Dwi Prima, *Pemanfaatan Air Rendaman Batang Tembakau (Nicotiana tabacum L) Sebagai Alternatif Bioinsektisida Ulat Kubis (Plutella xylostella)*, Skripsi Naskah Publikasi, 2016.
- Diah Septia Liantari, *Efect Of Wuluh Starfruit Leaf Extract For Streptococcus mutans Growth*, Jurnal Majority, Vol. 3 (7), 2014.

- Dora Fatma Nurshanti, *Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi (Brassica juncea L.) dengan Tiga Varietas Berbeda*, Jurnal Agrobisnis, Vol 2 (4), 2010.
- Dora Fatma Nurshanti, *Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Caisim (Brassica juncea L.)*, Jurnal Agrobisnis, Vo; 1 (1), 2009.
- Drs. Bambang Mursito, Apt., M. Si, 2007. *Sehat di Usia Lanjut Dengan Ramuan Tradisional*, Jakarta : Penebar Swadaya.
- Drs. H. Hendro Sunarjono, APU (Purn), 2013. *Bertanam 36 Jenis Sayur*, (Jakarta : Penebar Swadaya).
- Fahrunnida, Rarastoeti Pratiwi, *Kandungan Saponin Buah, Daun dan Tangkai Daun Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.)*, Jurnal Bioedukasi, Sp005 036.
- Hery Soeryoko, 2011. *20 Tanaman Obat Berkhasiat*, Yogyakarta : Andi Offset.
- J. Audrey Leatemala, Victor G. Siahaya, Murni Amahoru. 2014. *Evektivitas Bioinsektisida Beauveria bassiana (BbAss) Strain 725 Terhadap Larva Plutella xylostella (Lepidoptera : Plutellidae) di Laboraturium*, Jurnal Budidaya Pertanian, Vol. 10 (2).
- Karamah Lianingrum, *Pengaruh Konsentrasi Larutan Daun Pepaya (Carica papaya L.) terhadap Mortalitas Semut Api (Solenopsis invicta)*, Skripsi naskah publikasi, 2015.
- Khoirotul Muaddibah, *Pengaruh ekstrak daun legatan (Synedrella nodiflora) Terhadap Perkembangan Ulat Daun Kubis (Plutella xylostella)*, Skripsi Publikasi, 2016.
- Laila Fajri, Tuti Heiriyani, Hilda Susanti, *Pengendalian Hama Ulat Menggunakan Larutan Daun Pepaya Dalam Peningkatan Produksi Sawi (Brassica juncea L.)*, Jurnal Ziraa'ah, 2017, Vol. 42 (1).
- Lisa Anita Sari, Widya Hary Cahyati, *Efektivitas Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.) Dalam Bentuk Granul Terhadap Kematian Larva Nyamuk Aedes Aegypti*, Jurnal Visikes, Vol. 14 (1) 2015.

- Martha Lina, *Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Legundi (Vitex trifolia) Sebagai Pestisida Nabati Pengendalian Hama Plutella xylostella Pada Tanaman Sawi (Brassica juncae)*, Jurnal Biologi, 2016, Vol 5 (4).
- M. Quraish Shihab. 2002. *Tafsir Al-Mishbah Volume 6 C5*, (Jakarta : Lentera Hati).
- Muizzudin Feliawan, *Identifikasi Hama Ulat Pada Tanaman Kubis (Brassica oleracea L.)*, Jurnal Pendidikan Biologi, 2014.
- Nisa Kurniawan, Yuliani, Fida Rachmadiarti, *Uji Bioaktivitas Ekstrak Daun Suren (Toona sinensis) Terhadap Mortalitas Larva Plutella xylostella pada Tanaman Sawi Hijau*, Jurnal Lentera Bio, Vol. 2 (3), 2013.
- Novia Dyah Ayu Wulandari, Kiky Mulkiya, Reza Abdul Kodir, *Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak dan Fraksi Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.) terhadap Propionibacterium acnes Menggunakan Metode Bioautografi*, Jurnal Farmasi, ISSN : 2460-6472
- Nurul Wahyu Septiani, *Uji Kemampuan Larutan Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi) Dalam Menurunkan Jumlah Kuman Pada Peralatan Makan di Cafetaria Perpustakaan UIN Alauddin Makassar*, Skripsi Publikasi, 2017.
- Petrus, Ismaya NR Parawansa, *Efektifitas Ekstrak Daun Kembang Bulan (Tithonia diversifolia) Terhadap Pengendalian Hama Ulat Plutella xylostella Pada Tanaman Sawi*, Jurnal Agrisistem, 2014, Vol. 10 (2).
- Prof. Dr. H. Zulkarnain, 2013. *Budidaya Sayuran Tropis*, Jakarta : Bumi Aksara.
- Puji Rahayu, *Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.) Terhadap Pertumbuhan Candida albicans*, Skripsi Naskah Publikasi, 2013.
- Ridwanti Batubara, S. Hut, *Fisiologi Serangga Hutan (Sistem Pencernaan Serangga)*, USU Digital Library, 2002.
- Rudy C., Tarumingkeng., 1992. *INSEKTISIDA : Sifat, Mekanisme, dan Dampak Penggunaannya*, Ukrida Perss, Jakarta.
- Siti Herlinda, *Parasitoid dan Parasitisasi Plutella xylostella (Lidoptera : Yponomeutidae) di Sumatera Selatan*, Jurnal Hayati, 2005, Vol. 12 (4).

Subiyakto Sudarmo, 2005. *Pestisida Nabati Pembuatan dan Pemanfaatannya (Cara Praktis Pembuatan Pestisida Nabati Aman dan Ramah Lingkungan dengan Teknik Pengujian Sederhana)*, Yogyakarta : Kanisius.

Suhartini, IGP Suryadarma, Budiwari, *Pemanfaatan Pestisida Nabati Pada Pengendalian Hama Plutella xylostella Tanaman Sawi (Brassica juncea L.) Menuju Pertanian Ramah Lingkungan*, Jurnal Sains Dasar, Vol 6 (1), 2017.

Winkanda Satria Putra, 2016. *Kitab Herbal Nusantara*, Yogyakarta : Kata Hati.



Lampiran 1

Data saat pengamatan rata-rata Mortalitas ulat tritip (*Plutella xylostella*) setelah diberi perlakuan ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Perlakuan	n	T:24 Jam		T:48 Jam		Total	Rata-rata
		Mati	Hidup	Mati	Hidup		
0%	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	0	0	
	4	0	0	0	0	0	

Perlakuan	n	T:24 Jam	T:48 Jam	Total	Rata-rata
		Mati			
10%	1	2	2	4	3,75
	2	1	2	3	
	3	2	1	3	
	4	2	3	5	

Perlakuan	n	T:24 Jam	T:48 Jam	Total	Rata-rata
		Mati			
15%	1	3	2	5	6
	2	3	3	6	
	3	3	4	7	
	4	2	4	6	

Perlakuan	n	T:24 Jam	T:48 Jam	Total	Rata-rata
		Mati			
20%	1	4	3	7	7,25
	2	2	5	7	
	3	3	5	8	
	4	3	4	7	

Perlakuan	n	T:24 Jam	T:48 Jam	Total	Rata-rata
		Mati			
25%	1	3	5	8	9,25
	2	4	6	10	
	3	4	5	9	

	4	5	5	10	
--	---	---	---	----	--

Lampiran 2

Perhitungan mortalitas larva *Plutella xylostella*

$$M = \frac{n}{N} \times 100\%$$

$$M = \frac{4}{10} \times 100\% = 40\%$$

$$M = \frac{3}{10} \times 100\% = 30$$

$$M = \frac{5}{10} \times 100\% = 50$$

$$M = \frac{6}{10} \times 100\% = 60$$

$$M = \frac{7}{10} \times 100\% = 70$$

$$M = \frac{8}{10} \times 100\% = 80$$

$$M = \frac{9}{10} \times 100\% = 90$$

$$M = \frac{10}{10} \times 100\% = 100$$



Descriptives

Hasil_Mortalitas

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
2	4	37.5000	9.57427	4.78714	22.2652	52.7348	30.00	50.00
3	4	60.0000	8.16497	4.08248	47.0077	72.9923	50.00	70.00
4	4	72.5000	5.00000	2.50000	64.5439	80.4561	70.00	80.00
5	4	92.5000	9.57427	4.78714	77.2652	107.7348	80.00	100.00
Total	20	52.5000	33.22570	7.42949	36.9499	68.0501	.00	100.00

Perhitungan Manual Rata-rata (Mean) Mortalitas *Plutella xylostella*

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\frac{1}{4} (40 + 30 + 30 + 50) \dots\dots\dots (P1)$$

$$\frac{1}{4} (150)$$

$$= 37,5$$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\frac{1}{4} (50 + 60 + 70 + 60) \dots\dots\dots (P2)$$

$$\frac{1}{4} (240)$$

$$= 60$$

$$\overline{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n xi$$

$$\frac{1}{4} (70 + 70 + 80 + 70) \dots\dots\dots (P3)$$

$$\frac{1}{4} (290)$$

$$= 72,5$$

$$\overline{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n xi$$

$$\frac{1}{4} (80 + 100 + 90 + 100) \dots\dots\dots (P4)$$

$$\frac{1}{4} (370)$$

$$= 92,5$$

Test of Homogeneity of Variances

Hasil_Mortalitas

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.657	4	15	.074

Tabel hitungan *Levene statistik* dengan hitungan manual:

No	P0	P1	P2	P3	P4	J-P0	J-P1	J-P2	J-P3	J-P4
1	0	40	50	70	80	0	110	190	220	290

2	0	30	60	70	100	0	120	180	220	270
3	0	30	70	80	90	0	120	170	210	280
4	0	50	60	70	100	0	100	180	22	270
JML	0	150	240	290	370	0	450	720	870	1110
X							112,5	180	217,5	277,5

$$\frac{450 + 720 + 870 + 1110}{20} = \frac{3150}{20} = 157,5$$

$$\begin{aligned}\sum n_i (Z_i - \bar{Z} \dots)^2 &= 4 (112,5 - 157,5)^2 + 4(180 - 157,5)^2 + 4(217,5 - 157,5)^2 + \\ &\quad 4(277,5 - 157,5)^2 \\ &= (8100) + (2025) + (14400) + (57600) \\ &= 82125\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum_i \sum_j (Z_{ij} - \bar{Z}_i)^2 &= (110 - 112,5)^2 + (120 - 112,5)^2 + (120 - 112,5)^2 + (100 - \\ &\quad 112,5)^2 + (190 - 180)^2 + (180 - 180)^2 + (170 - 180)^2 + \\ &\quad (180 - 180)^2 + (220 - 217,5)^2 + (220 - 217,5)^2 + (210 - \\ &\quad 217,5)^2 + (220 - 217,5)^2 + (290 - 277,5)^2 + (270 - 277,5)^2 \\ &\quad + (280 - 277,5)^2 + (270 - 277,5)^2 \\ &= 463,633797\end{aligned}$$

$$W = \frac{(n-k)}{(k-1)} \frac{\sum_{i=1}^k n_i (\bar{Z}_i - \bar{Z})^2}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (Z_{ij} - \bar{Z}_i)^2} = \frac{20 - 5(82125)}{5 - 1(115,90844925)} = \frac{1231875}{463,633797} = 2.657$$

ANOVA

Hasil_Mortalitas

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	20150.000	4	5037.500	91.591	.000
Within Groups	825.000	15	55.000		
Total	20975.000	19			

Tabel ANOVA dengan hitungan Manual:

No	P0	P1	P2	P3	P4	P0 ²	P1 ²	P2 ²	P3 ²	P4 ²
1	0	40	50	70	80	0	1600	2500	4900	6400
2	0	30	60	70	100	0	900	3600	4900	10000
3	0	30	70	80	90	0	900	4900	6400	8100
4	0	50	60	70	100	0	2500	3600	4900	10000
JML	0	150	240	290	370	0	5900	14600	21100	34500
X	0					0				
Total	1050						76100			

$$\begin{aligned}
 Jkt &= 76100 - \frac{(1050)^2}{20} = 76100 - 55125 \\
 &= 20975
 \end{aligned}$$

$$Dbt = N - 1 = 20 - 1 = 19$$

$$\begin{aligned} Jkk &= \sum \frac{0^2}{4} + \frac{150^2}{4} + \frac{240^2}{4} + \frac{290^2}{4} + \frac{370^2}{4} - \frac{1050^2}{20} \\ &= \frac{0}{4} + \frac{2250}{4} + \frac{57600}{4} + \frac{84100}{4} + \frac{136900}{4} - \frac{1102500}{20} \\ &= 0 + 5625 + 14400 + 21025 + 34225 - 55125 \\ &= 20150 \end{aligned}$$

$$Dbk = k - 1 = 5 - 1 = 4$$

$$Jkd = jkt - jkk = 20975 - 20150 = 825$$

$$Dbd = N - k = 20 - 5 = 15$$

$$Mkk = \frac{jkk}{dbk} = \frac{20150}{4} = 5037,5$$

$$Mkd = \frac{jkd}{dbd} = \frac{825}{15} = 55$$

$$F = \frac{mkk}{mkd} = \frac{5037,5}{55} = 91.590$$

Lampiran 2

Data Aktivitas makan ulat tritip (*Plutella xylostella*)

Ulangan	Perlakuan				
	P0	P1	P2	P3	P4
1	9,61	1,89	2	1,04	1,05
2	9,01	2,94	1,31	1	0,03

3	7,94	1,91	1,1	0,63	0,73
4	8,96	1,77	1,15	1	0,2
Jumlah					
Rata-rata					

Perhitungan hambatan aktivitas makan larva *Plutella xylostella*.

$$P0 = 9,61$$

$$P1 = \frac{9,61 - 1,89}{9,61} \times 100\% = 80,33\%$$

$$P2 = \frac{9,61 - 2}{9,61} \times 100\% = 79,18\%$$

$$P3 = \frac{9,61 - 1,04}{9,61} \times 100\% = 89,17\%$$

$$P4 = \frac{9,61 - 1,05}{9,61} \times 100\% = 89,07\%$$

$$P0 = 9,01$$

$$P1 = \frac{9,01 - 2,94}{9,01} \times 100\% = 67,36\%$$

$$P2 = \frac{9,01 - 1,31}{9,01} \times 100\% = 85,337\%$$

$$P3 = \frac{9,01 - 1}{9,01} \times 100\% = 88,90\%$$

$$P4 = \frac{9,01 - 0,03}{9,01} \times 100\% = 99,66\%$$

$$P0 = 7,94$$

$$P1 = \frac{7,94 - 1,91}{7,94} \times 100\% = 75,94\%$$

$$P2 = \frac{7,94 - 1,1}{7,94} \times 100\% = 86,14\%$$

$$P3 = \frac{7,94 - 0,63}{7,94} \times 100\% = 92,06\%$$

$$P4 = \frac{7,94 - 0,73}{7,94} \times 100\% = 90,80\%$$

$$P0 = 8,96$$

$$P1 = \frac{8,96 - 1,77}{8,96} \times 100\% = 80,24\%$$

$$P2 = \frac{8,96 - 1,15}{8,96} \times 100\% = 87,16\%$$

$$P3 = \frac{8,96 - 1}{8,96} \times 100\% = 88,83\%$$

$$P4 = \frac{8,96 - 0,2}{8,96} \times 100\% = 97,76\%$$

Tabel Persentase Aktivitas Makan Ulat Tritis Plutella xylostella

Ulangan	Perlakuan				
	P0	P1	P2	P3	P4
1	0,00	80,33	79,18	89,17	89,07
2	0,00	67,36	85,37	88,90	99,66
3	0,00	75,94	86,14	92,06	90,80
4	0,00	80,24	87,16	88,83	97,76
Rata-rata	0,00	75,96	84,46	89,74	94,32

Descriptives

Hasil_Aktivitas_Makan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
2	4	75.9675	6.09304	3.04652	66.2721	85.6629	67.36	80.33
3	4	84.4625	3.59717	1.79858	78.7386	90.1864	79.18	87.16
4	4	89.7400	1.55360	.77680	87.2679	92.2121	88.83	92.06
5	4	94.3225	5.17372	2.58686	86.0900	102.5550	89.07	99.66

Descriptives

Hasil_Aktivitas_Makan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
2	4	75.9675	6.09304	3.04652	66.2721	85.6629	67.36	80.33
3	4	84.4625	3.59717	1.79858	78.7386	90.1864	79.18	87.16
4	4	89.7400	1.55360	.77680	87.2679	92.2121	88.83	92.06
5	4	94.3225	5.17372	2.58686	86.0900	102.5550	89.07	99.66
Total	20	68.8985	36.06834	8.06513	52.0180	85.7790	.00	99.66

Perhitungan Manual Rata-rata (Mean) Aktivitas *Plutella xylostella*

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n xi$$

$$\frac{1}{4} (80,33 + 67,36 + 75,94 + 80,24) \dots\dots\dots (P0)$$

$$\frac{1}{4} (303,87)$$

$$= 75,96$$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n xi$$

$$\frac{1}{4} (79,18 + 85,37 + 86,14 + 87,16) \dots\dots\dots (P0)$$

$$\frac{1}{4} (337,85)$$

$$= 84,4625$$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n xi$$

$$\frac{1}{4} (89,17 + 88,90 + 92,06 + 88,83) \dots\dots\dots (P0)$$

$$\frac{1}{4} (358,96)$$

$$= 89,74$$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n xi$$

$$\frac{1}{4} (89,07 + 99,66 + 90,80 + 97,76) \dots\dots\dots (P0)$$

$$\frac{1}{4} (377,29)$$

$$= 94,3225$$

Test of Homogeneity of Variances

Hasil_Aktivitas_Makan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.235	4	15	.017

Tabel hitungan *Levene statistik* dengan hitungan manual:

No	P0	P1	P2	P3	P4	J-P0	J-P1	J-P2	J-P3	J-P4
1	0	80,33	79,18	89,17	89,07	0	223,54	258,67	269,79	288,22
2	0	67,36	85,37	88,90	99,66	0	236,51	252,48	270,06	277,63
3	0	75,94	86,14	92,06	90,80	0	227,93	251,71	266,9	286,49
4	0	80,24	87,16	88,83	97,76	0	223,63	250,69	270,13	279,53
JML	0	303,87	337,85	358,96	377,29	0	911,61	1013,55	1076,88	1131,87
X							227,9025	253,3875	269,22	282,9675

$$\frac{0 + 911,61 + 1013,55 + 1076,88 + 1131,87}{20} = \frac{4133,9}{20} = 206,6955$$

$$\begin{aligned}\sum n_i (Z_i - \bar{Z} \dots)^2 &= 4 (227,9025 - 206,6955)^2 + 4(253,3875 - 206,6955)^2 + \\ &\quad 4(269,22 - 206,6955)^2 + 4(282,9675 - 206,6955)^2 \\ &= (1798,947396) + (8720,571456) + (15637,252401) + \\ &\quad (23269,671936) \\ &= 49426,443189\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum_i \sum_j (Z_{ij} - \bar{Z}_i)^2 &= (223,54 - 227,9025)^2 + (236,51 - 227,9025)^2 + (227,93 - \\ &\quad 227,9025)^2 + (223,63 - 227,9025)^2 + (258,67 - 253,3875)^2 \\ &\quad + (252,48 - 253,3875)^2 + (251,71 - 253,3875)^2 + (250,69 \\ &\quad - 253,3875)^2 + (269,79 - 269,22)^2 + (270,06 - 269,22)^2 + \\ &\quad (266,9 - 269,22)^2 + (270,13 - 269,22)^2 + (2822 - \\ &\quad 282,9675)^2 + (277,63 - 282,9675)^2 + (286,49 - 282,9675) \\ &\quad ^2 + (279,53 - 282,9675)^2 \\ &= 43,766035882\end{aligned}$$

$$W = \frac{(n-k) \sum_{i=1}^k n_i (\bar{Z}_i - \bar{Z})^2}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (Z_{ij} - \bar{Z}_i)^2} = \frac{20 - 5(49426,443189)}{5 - 1(43,766035882)} = \frac{741396,64784}{175,06414353}$$

$$= 4234,99999 = 4.235$$

ANOVA

No	P0	P1	P2	P3	P4	P0 ²	P1 ²	P2 ²	P3 ²	P4 ²
1	0	80,33	79,18	89,17	89,07	0	6452,9089	6269,4724	7951,2889	7933,4649
2	0	67,36	85,37	88,90	99,66	0	4537,3696	7288,0369	7903,21	9932,1156
3	0	75,94	86,14	92,06	90,80	0	5766,8836	7420,099	8475,043	8244,64

Hasil_Aktivitas_Makan

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	24479.840	4	6119.960	386.138	.000
Within Groups	237.737	15	15.849		
Total	24717.578	19			

Tabel Hitungan ANOVA dengan hitungan manual :

								6	6	
4	0	80,24	87,16	88,83	97,76	0	6438,457 6	7596 ,865 6	7890 ,768 9	9557 ,017 6
JML	0	303,87	337,85	358,9 6	377,29	0	23195,61 97	2857 4,47 45	3222 0,31 14	3566 7,23 81
X	0	75,967 5	84,462 5	89,74	94,322 5	0				
Tota l	1377,9 7					119657, 6437				

$$Jkt = 119657,6437 - \frac{(1377,97)^2}{20} = 119657,6437 - 94940,066045$$

$$= 24717,577655$$

$$Dbt = N - 1 = 20 - 1 = 19$$

$$Jkk = \sum \frac{0^2}{4} + \frac{303,87^2}{4} + \frac{337,85^2}{4} + \frac{358,96^2}{4} + \frac{377,29^2}{4} - \frac{1377,97^2}{20}$$

$$= 0 + 23084,244225 + 28535,655625 + 32213,0704 + 35586,936025 -$$

$$94040,066045$$

$$= 24479,840235$$

$$Dbk = k - 1 = 5 - 1 = 4$$

$$Jkd = jkt - jkk = 24717,577655 - 24479,840235 = 237,73742$$

$$Dbd = N - k = 20 - 5 = 15$$

$$M_{kk} = \frac{j_{kk}}{d_{bk}} = \frac{24479,840235}{4} = 6119,9600588$$

$$M_{kd} = \frac{j_{kd}}{d_{bd}} = \frac{237,72741}{15} = 15,849161333$$

$$F = \frac{m_{kk}}{m_{kd}} = \frac{6119,9600588}{15,849161333} = 386,13778548$$

Asam sitrat belimbing wuluh

Volume NaOH (1) = 2,6 ml

Volume NaOH (2) = 2,7 ml

Volume NaOH (3) = 2,9 ml

Rata-rata volume NaOH = $\frac{2,6 + 2,7 + 2,9}{3} = 2,73$ ml

Volume belimbing wuluh = 5 ml

NaOH = 0,5 M

Molaritas asam sitrat

Mol NaOH = Mol asam sitrat

$M_1 \times V_1 \times n = M_2 \times V_2 \times n$

$0,5 \text{ M} \times 2,73 \text{ ml} \times 1 = M_2 \times 5 \text{ ml} \times 3$




$1,365 = M_2 \times 15$

$M_2 = \frac{1,365}{15} = 0,091 \text{ M}$


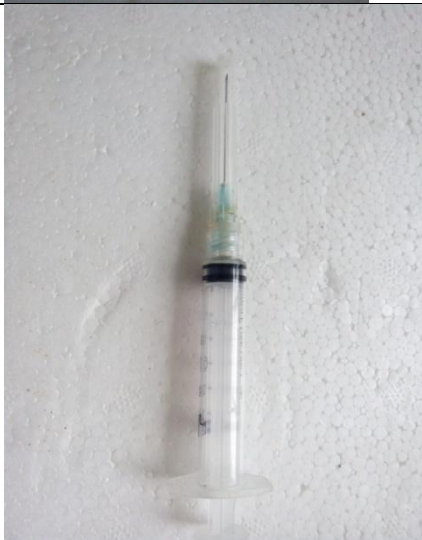

Jadi asam sitrat pada buah belimbing wuluh sebesar 0,091 M

Lampiran 5

Alat dan bahan penelitian

Alat dan bahan	Keterangan
	Belimbing wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i> L)
	Ulat Tritip (<i>Plutella xylostella</i>)
	Timbangan

		<p>Bunsen</p>
		<p>Tabung reaksi</p>
		<p>Gelas reaksi</p>

		<p>Pipet tetes</p>
		<p>Suntikan</p>
		<p>Spatula</p>

	<p>Alat evaporasi</p>
	<p>Blender</p>
	<p>Pisau</p>
	<p>Kain kasa</p>



Toples plastik



Pembuatan Insektisida Nabati



Uji fitokimia buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)



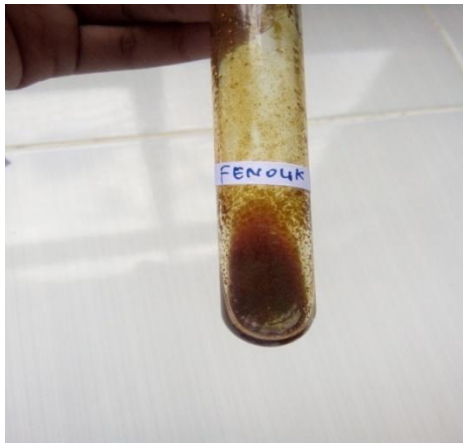


Hasil uji Flavonoid



Hasil uji fenolik

Hasil uji Tanin



Hasil uji Saponin



Perkembangbiakan ulat Tritip (*Plutella xylostella*)











Ulat tritip (*Plutella xylostella*) yang mati





Pengambilan data aktivitas makan





Lampiran 6

Panduan Praktikum

Pengaruh Variasi Konsentrasi Ekstrak buah belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Terhadap Mortalitas ulat tritip (*Plutella xylostella*)

Tingkat satuan pendidikan : Sekolah Menengah Pertama (SMP)

Mata Pelajaran : IPA Biologi

Kelas/Semester	: VIII (Delapan)/ I (Ganjil)
Alokasi	: 2 x 45 menit
Standar Kompetensi	: Memahami sistem dalam kehidupan tumbuhan

A. Dasar Teori

Hama dalam arti sempit didefinisikan sebagai binatang yang mengganggu dan dapat menyebabkan kerugian. Gangguan tersebut dapat dialami oleh tumbuhan, hewan, jamur dan manusia. Hama – hama tersebut digolongkan ke dalam empat filum dalam dunia binatang yang berperan sebagai hama, yaitu Chordata, Mollusca, Nemathelminthes, Arachinda (laba-laba) dan Insecta (serangga). Kurang lebih 80% serangga berperan sebagai hama tanaman.

Salah satu hama yang merupakan hama tanaman adalah ulat Tritip (*Plutella xylostella*), hama ulat ini menyerang tanaman sawi, kubis, kembang kol, selada. Di daerah dataran tinggi Sumatera Selatan, kerusakan oleh hama ini mencapai 22% pada sawi, sedangkan di dataran rendah kerusakan pada caisin mencapai 38% sehingga produk tidak laku dijual. Larva instar II *Plutella xylostella* keluar dari celah-elah daun yang transparan dan memakan jaringan daun pada permukaan bawah. Tingkat penyerangan tertinggi terjadi pada musim kemarau. Apabila tidak

dilakukan pengendalian terhadap ulat *Plutella xylostella* tersebut dapat mengakibatkan kehilangan hasil panen sawi mencapai 100% pada musim kemarau. Kehilangan hasil panen akibat serangan hama cukup tinggi yakni di Indonesia dapat mencapai 58 - 100% oleh *Plutella xylostella*.⁶⁹

Tidak semua fase kehidupan binatang dapat menimbulkan kerusakan. Sebagian binatang, khususnya serangga dapat menimbulkan gangguan pada masa pra-dewasa, tetapi sebagian ada yang merusak ketika sudah dewasa atau keduanya. Hal ini karena serangga mampu mengalami metamorfosis, yang merupakan perubahan bentuk dan ukuran sejak telur hingga dewasa. berdasarkan bagian tanaman yang diserang hama dapat dikelompokkan atas perusak akar, perusak batang, perusak daun, perusak bunga, perusak buah. Hama ulat tritip ini termasuk hama perusak daun. Tingkat kerugian yang ditimbulkan akibat serangan hama tergantung seberapa besar tingkat kerusakan yang terjadi pada tanaman. Perhitungan populasi hama dan tingkat populasi tanaman sangat erat kaitannya dengan tindakan pengendalian yang akan dilakukan .

Pengendalian hama selain memanfaatkan agens pengendali hayati juga dapat menggunakan pestisida nabati. Pestisida nabati merupakan

⁶⁹ Nisa Kurniawan, Yuliani, Fida Rachmadiarti, *Uji Bioaktivitas Ekstrak Daun Suren (Toona sinensis) terhadap Mortalitas Larva Plutella xylostella pada Tanaman Sawi Hijau*, *Lentara Bio*, 2013, Vol. 2 (3), h. 203-204.

pestisida yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Tumbuhan tertentu memiliki kandungan senyawa yang bersifat toksik bagi hama maupun patogen tumbuhan. Salah satu tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati adalah buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) telah dimanfaatkan masyarakat sebagai tanaman obat tradisional. Berbagai macam khasiat yang dimiliki *Averrhoa bilimbi* L, tersebut disebabkan karena tumbuhan ini memiliki banyak sekali kandungan senyawa antara lain saponin, flavonoid dan alkaloid.

Saponin merupakan golongan senyawa triterpenoid yang dapat digunakan sebagai insektisida. Senyawa saponin terdapat pada tanaman yang kemudian dikonsumsi serangga, mempunyai mekanisme kerja yang dapat menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan, sehingga saponin bersifat racun perut. Flavonoid merupakan senyawa pertahanan tumbuhan yang dapat bersifat menghambat saluran pencernaan dan juga bersifat toksik. Senyawa alkaloid bisa mendegradasi dinding sel sehingga merusak sel saluran pencernaan.⁷⁰

B. Tujuan Praktikum

⁷⁰ Lisa Anita Sari, Widya Hary Cahyati, *Efektivitas Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Dalam Bentuk Granul Terhadap Kematian Larva Nyamuk *Aedes Aegypti**, Jurnal Visikes, Vol. 14 (1) 2015, hal. 2-3.

1. Untuk mengetahui proses pembuatan insektisida nabati dari buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap mortalitas ulat tritip (*Plutella xylostella*)

C. Alat dan Bahan Praktikum

1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah toples plastik, ember plastik, kamera, pisau, beaker glass, pengaduk, blender, saringan, timbangan, atau neraca digital, tampah, kain kasa, masker, alat evaporasi, dan alat tulis.

2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aquades, etanol 70%, buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.), dan ulat tritip (*Plutella xylostella*).

D. Cara Kerja

1. Tahap Persiapan

a. Persiapan Ulat tritip (*Plutella xylostella*)

Ulat tritip (*Plutella xylostella*) diambil dari daun Tanaman Sawi yang diperoleh dari kebun sawi di Way Kandis Kecamatan Tanjung Senang Bandar Lampung. Ulat tritip (*Plutella xylostella*) di ambil dari daun sawi dengan menggunakan kuas kecil dan memasukkannya ke dalam toples yang didalamnya telah di isi dengan daun sawi segar sebagai makanannya. Setelah memperoleh jumlah ulat yang dibutuhkan toples ditutup dengan kain kasa. Kemudian dipindahkan ke Laboraturium UIN Raden Intan Lampung. Sampel uji di kembangbiakan hingga sampai menjadi larva instar II, makanan yang diberikan untuk pemeliharaan larva ini adalah daun sawi segar yang diganti setiap hari serta kotorannya dibersihkan dengan kuas sampai memasuki instar II yang siap untuk digunakan sebagai larva uji. Larva instar II merupakan larva yang mulai aktif bergerak dan banyak makan.

b. Pembuatan ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) segar dibersihkan dicuci dengan air sampai bersih dan ditiriskan, kemudian dipotong tipis-tipis. Selanjutnya buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) tersebut dikeringkan dengan cara menjemur dibawah sinar matahari sampai kadar air buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) tersebut menjadi berkurang. Selanjutnya irisan buah tersebut digiling menggunakan blender. Selanjutnya pembuatan ekstrak ini menggunakan cara maserasi, yaitu dengan merendam buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) kedalam bejana maserasi

kemudian diberi larutan etanol 70%. Bejana maserasi tersebut ditutup rapat dan didiamkan selama 4hari sambil diaduk satu kali setiap hari. Hasil yang diperoleh disaring dan diulang sebanyak tiga kali, kemudian ditampung dalam botol untuk selanjutnya dipekatkan dengan menggunakan alat rotary evaporator sampai diperoleh ekstrak etanol kental. Ekstrak yang diperoleh diuapkan dengan menggunakan alat *rotary evaporator* pada suhu 70%. Proses ini bertujuan untuk menguapkan etanol sehingga diperoleh ekstrak kental dari buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.).⁷¹

3. Tahap Pelaksanaan

Pengujian (uji pendahuluan ataupun uji lanjutan) dilakukan dengan metode pencelupan daun (*leaf dipping methods*).⁷² Konsentrasi ekstrak yang digunakan dalam pengujian (uji pendahuluan ataupun lanjutan) adalah 0%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dengan empat kali pengulangan. Larva *plutella xylostella* yang telah mencapai instar II disiapkan dan diletakkan dalam toples uji. Daun sawi diukur panjang nya 15cm dan lebar nya 10cm. Setelah itu daun sawi direndam dalam masing-masing konsentrasi ekstrak selama 1 menit dan dikering-anginkan pada suhu ruang. Selanjutnya daun sawi dimasukkan ke dalam toples uji sebagai pakan ulat tritip (*Plutella xylostella*). Setiap perlakuan digunakan 10 ekor

⁷¹ Puji Rahayu, *Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.) Terhadap Pertumbuhan Candida albicans*, Skripsi Naskah Publikasi, 2013, h. 27-28.

⁷² Bintang Wahyu Syah, Kristanti Indah Purwani, *Pengaruh Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi) Terhadap Mortalitas dan Perkembangan larva Spodoptera litura*, Jurnal Sains dan Seni ITS, Vol 5 (2), 2016, h. 25.

ulat tritip (*Plutella xylostella*) dengan pengulangan sebanyak empat kali untuk tiap konsentrasi dan 1 kontrol. Setiap 24 jam daun sawi diganti dengan yang baru dan dibersihkan kotoran dalam toples setiap hari dengan menggunakan kuas. Pengamatan meliputi mortalitas dan aktivitas makan dilakukan selama 48 jam (2 hari). Mortalitas dihitung dari jumlah ulat *Plutella xylostella* yang mati dilihat dengan tidak ada gerakan.

E. Tabel Pengamatan

No	Konsentrasi	Waktu	Ulat tritip yang mati
1	0%	48 jam	
2	10%	48 jam	
3	15%	48 jam	
4	20%	48 jam	
5	25%	48 jam	

F. Hasil Pengamatan

G. Evaluasi

1. Jelaskan pengertian insektisida nabati?
2. Sebutkan kandungan dan kelebihan yang terdapat dalam buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)?
3. Bagaimana perbedaan tingkat mortalitas ulat tritip (*Plutella xylostella*) yang diberi perlakuan dengan yang tidak diberi perlakuan?

H. Kesimpulan

Lampiran 3

Hasil Analisis One way ANOVA Menggunakan SPSS 17
Mortalitas Ulat Tritip (*Plutella xylostella*)

Descriptives

Hasil_Mortalitas

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
2	4	37.5000	9.57427	4.78714	22.2652	52.7348	30.00	50.00
3	4	60.0000	8.16497	4.08248	47.0077	72.9923	50.00	70.00
4	4	72.5000	5.00000	2.50000	64.5439	80.4561	70.00	80.00
5	4	92.5000	9.57427	4.78714	77.2652	107.7348	80.00	100.00
Total	20	52.5000	33.22570	7.42949	36.9499	68.0501	.00	100.00

Test of Homogeneity of Variances

Hasil_Mortalitas

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.657	4	15	.074

ANOVA

Hasil_Mortalitas

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	20150.000	4	5037.500	91.591	.000
Within Groups	825.000	15	55.000		
Total	20975.000	19			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

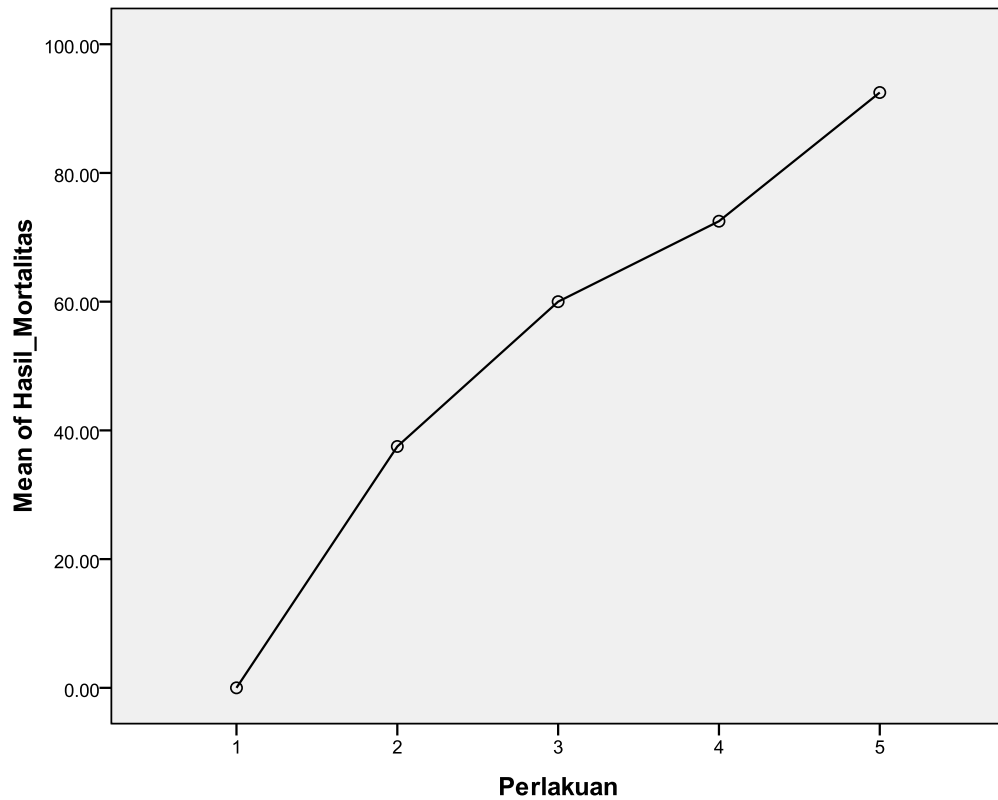
Hasil_Mortalitas

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-37.50000 *	5.24404	.000	-48.6774	-26.3226
	3	-60.00000 *	5.24404	.000	-71.1774	-48.8226
	4	-72.50000 *	5.24404	.000	-83.6774	-61.3226
	5	-92.50000 *	5.24404	.000	-103.6774	-81.3226
2	1	37.50000 *	5.24404	.000	26.3226	48.6774
	3	-22.50000 *	5.24404	.001	-33.6774	-11.3226
	4	-35.00000 *	5.24404	.000	-46.1774	-23.8226
	5	-55.00000 *	5.24404	.000	-66.1774	-43.8226
3	1	60.00000 *	5.24404	.000	48.8226	71.1774
	2	22.50000 *	5.24404	.001	11.3226	33.6774
	4	-12.50000 *	5.24404	.031	-23.6774	-1.3226
	5	-32.50000 *	5.24404	.000	-43.6774	-21.3226
4	1	72.50000 *	5.24404	.000	61.3226	83.6774
	2	35.00000 *	5.24404	.000	23.8226	46.1774
	3	12.50000 *	5.24404	.031	1.3226	23.6774
	5	-20.00000 *	5.24404	.002	-31.1774	-8.8226
5	1	92.50000 *	5.24404	.000	81.3226	103.6774
	2	55.00000 *	5.24404	.000	43.8226	66.1774
	3	32.50000 *	5.24404	.000	21.3226	43.6774
	4	20.00000 *	5.24404	.002	8.8226	31.1774

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Means Plots



Tests of Normality^b

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil_Mortalitas	2	.283	4	.	.863	4	.272
	3	.250	4	.	.945	4	.683
	4	.441	4	.	.630	4	.001
	5	.283	4	.	.863	4	.272

a. Lilliefors Significance Correction

b. Hasil_Mortalitas is constant when Perlakuan = 1. It has been omitted.

Lampiran 4

Hasil Analisis One way ANOVA Menggunakan SPSS 17
Aktivitas Makan Ulat Tritip (*Plutella xylostella*)

Descriptives

Hasil_Aktivitas_Makan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	4	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
2	4	75.9675	6.09304	3.04652	66.2721	85.6629	67.36	80.33
3	4	84.4625	3.59717	1.79858	78.7386	90.1864	79.18	87.16
4	4	89.7400	1.55360	.77680	87.2679	92.2121	88.83	92.06
5	4	94.3225	5.17372	2.58686	86.0900	102.5550	89.07	99.66
Total	20	68.8985	36.06834	8.06513	52.0180	85.7790	.00	99.66

Test of Homogeneity of Variances

Hasil_Aktivitas_Makan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.235	4	15	.017

ANOVA

Hasil_Aktivitas_Makan

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	24479.840	4	6119.960	386.138	.000
Within Groups	237.737	15	15.849		
Total	24717.578	19			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

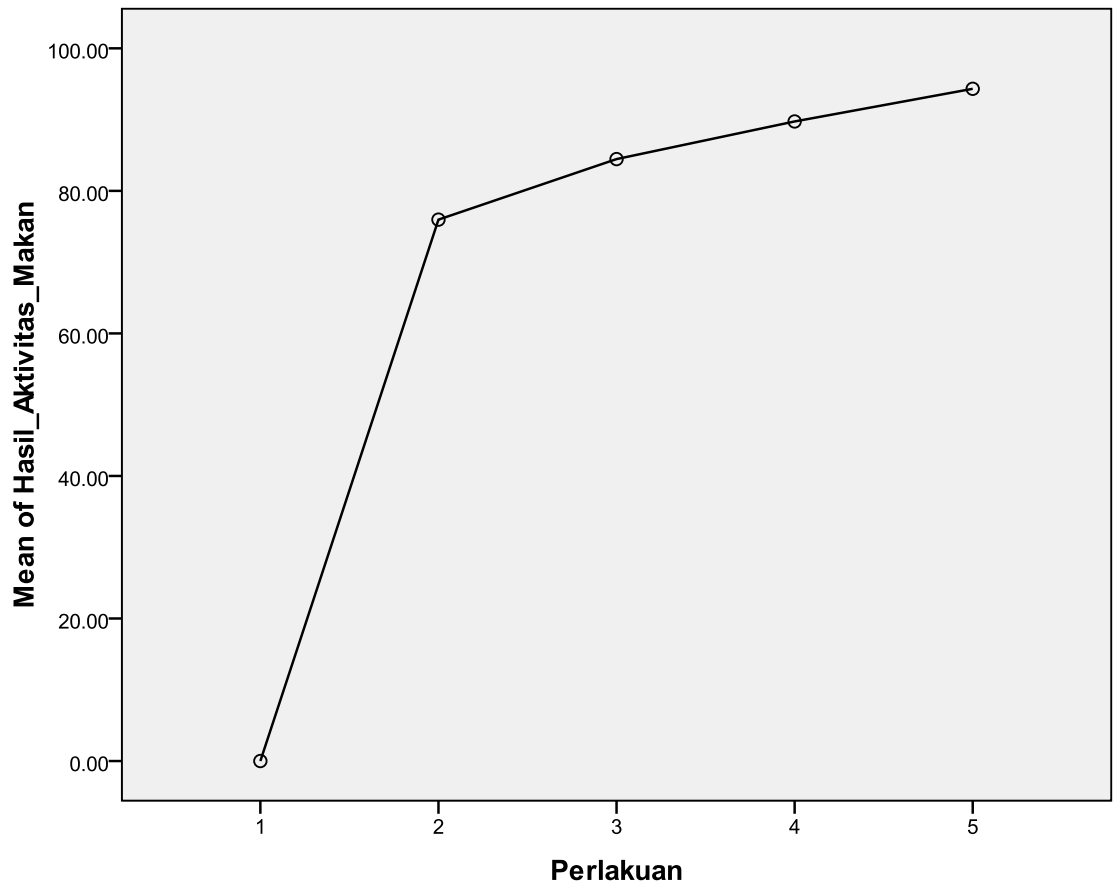
Hasil_Aktivitas_Makan

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-75.96750 [*]	2.81506	.000	-81.9677	-69.9673
	3	-84.46250 [*]	2.81506	.000	-90.4627	-78.4623
	4	-89.74000 [*]	2.81506	.000	-95.7402	-83.7398
	5	-94.32250 [*]	2.81506	.000	-100.3227	-88.3223
2	1	75.96750 [*]	2.81506	.000	69.9673	81.9677
	3	-8.49500 [*]	2.81506	.009	-14.4952	-2.4948
	4	-13.77250 [*]	2.81506	.000	-19.7727	-7.7723
	5	-18.35500 [*]	2.81506	.000	-24.3552	-12.3548
3	1	84.46250 [*]	2.81506	.000	78.4623	90.4627
	2	8.49500 [*]	2.81506	.009	2.4948	14.4952
	4	-5.27750	2.81506	.080	-11.2777	.7227
	5	-9.86000 [*]	2.81506	.003	-15.8602	-3.8598
4	1	89.74000 [*]	2.81506	.000	83.7398	95.7402
	2	13.77250 [*]	2.81506	.000	7.7723	19.7727
	3	5.27750	2.81506	.080	-.7227	11.2777
	5	-4.58250	2.81506	.124	-10.5827	1.4177
5	1	94.32250 [*]	2.81506	.000	88.3223	100.3227
	2	18.35500 [*]	2.81506	.000	12.3548	24.3552
	3	9.86000 [*]	2.81506	.003	3.8598	15.8602
	4	4.58250	2.81506	.124	-1.4177	10.5827

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Means Plots



Tests of Normality^b

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil_Aktivitas_Makan	2	.258	4	.	.832	4	.174
	3	.350	4	.	.811	4	.124
	4	.393	4	.	.708	4	.014
	5	.252	4	.	.886	4	.366

a. Lilliefors Significance Correction

b. Hasil_Aktivitas_Makan is constant when Perlakuan = 1. It has been omitted.